A. IANCU • T. TRIFA

ÎNDRUMĂTOR PENTRU RIDICAREA CALIFICĂRII RECTIFICATORILOR

VOL. II

COLECȚIA DE ATELIER



EDITURA TEHNICĂ

C U P R I N S U L

Volumul — II

4. CUNOŞTINŢE PENTRU CATEGORIA A PATRA DE CALIFICARE

4.1. MAŞINI DE RECTIFICAT PLAN

Maşinile de rectificat plan se folosesc pentru prelucrarea prin rectificare a suprafeţelor plane, care în prealabil au fost rabotate sau frezate în scopul obţinerii unei calităţi superioare a suprafeţei şi unei precizii ridicate.

După poziţia axei sculei, maşinile de rectificat plan se clasifică în:

— maşini de rectificat plan orizontale;

— maşini de rectificat plan verticale.

4.1.1. **Maşini de rectificat plan orizontale.** Maşinile de rectificat plan orizontale se construiesc cu masă dreptunghiulară sau cu masă rotundă. Cele cu masă dreptunghiulară se folosesc pentru rectificarea de finisare, iar unele construcţii la rectificarea de degroşare a pieselor mari, înlocuind operaţiile de frezare sau rabotare.

În ţara noastră se fabrică maşini de rectificat plan orizontale RPO-200 (fig. 4.1) şi alte tipuri RPO-320, RPO-125 de către Întreprinderea „Unirea" din Cluj.

Principalele caracteristici tehnice ale maşinii de rectificat plan orizontală RPO-200 sînt date în tabelul 4.1.

4.1.2. **Descrierea părţilor principale ale maşinii de rectificat plan orizontală RPO-200.** Elementele principale sînt: batiul, sania transversală, masa, montantul, capul de rectificare şi elementele de comandă.

1. Batiul (fig. 4.2) este partea maşinii care susţine toate subansamblele care compun maşina. Este turnat din fontă iar în interior este prevăzut cu nervuri pentru rigi-

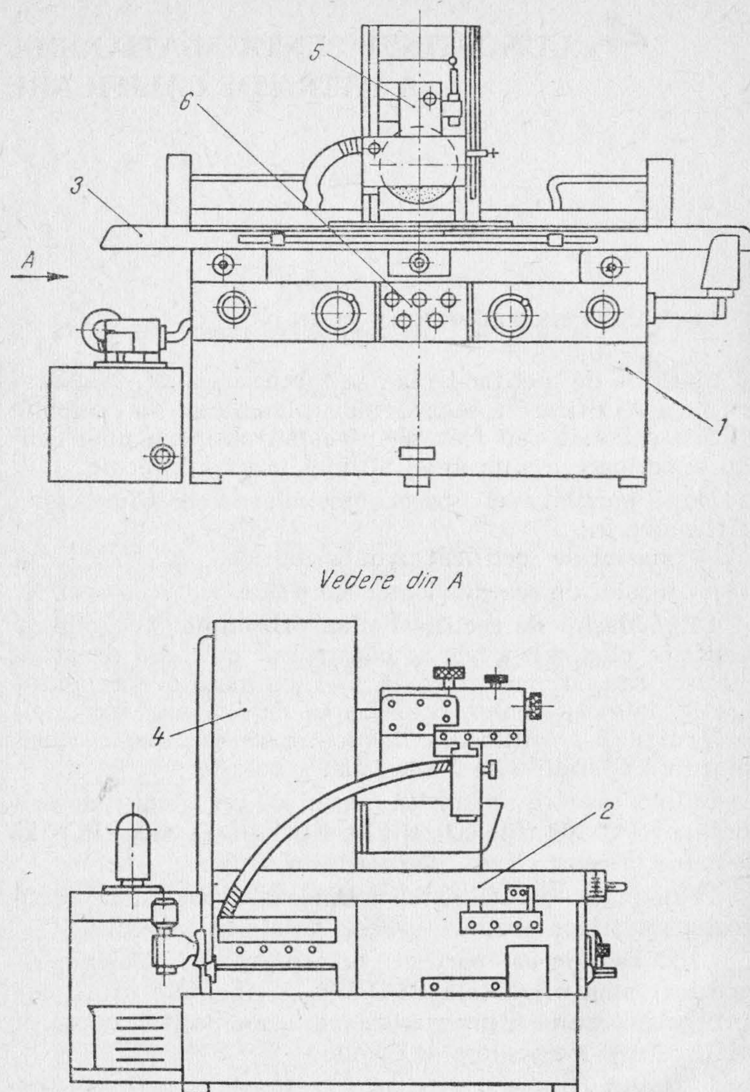


Fig. 4.1. Mașina de rectificat plan orizontal RPO 200.

Tabelul 4.1

Caracteristici tehnice ale mașinii de rectificat plan RPO-200

Caracteristici tehnice	U.M.	Dimensiuni
Lungimea maximă de rectificare	mm	630
Lățimea maximă de rectificare	mm	200
Înălțimea maximă a piesei de rectificat	mm	400
Diametrul exterior maxim al pietrei	mm	225
Diametrul interior al pietrei	mm	70
Lățimea pietrei de rectificat	mm	30
Turația pietrei abrazive	rot/min	2 840
Diametrul minim exterior al pietrei	mm	125
Viteza de deplasare la avansul vertical antrenat rapid	mm/min	0,140
Avansul vertical manual	mm	0,01
Avansul vertical automat de lucru	mm/cursă	0,001–0,020 0,002–0,040
Cursa longitudinală a mesei	mm	850
Viteza de deplasare a mesei	m/min	1–30
Cursa transversală a mesei	mm	240
Avansul transversal manual	mm	0,01
Avansul transversal rapid	m/min	1,83
Puterea instalată	kw	5,22
Greutatea aproximativă	kg	1 500

dizare. Interiorul lui este folosit ca bazin de ulei pentru instalația hidraulică de ungere.

La partea superioară, batiul are căile de rulare pentru ghidajele de rostogolire ale saniei transversale și dispozitivul de blocare a saniei.

2. Sania transversală are ghidajele prevăzute cu role pentru deplasarea transversală pe ghidajele batiului, iar

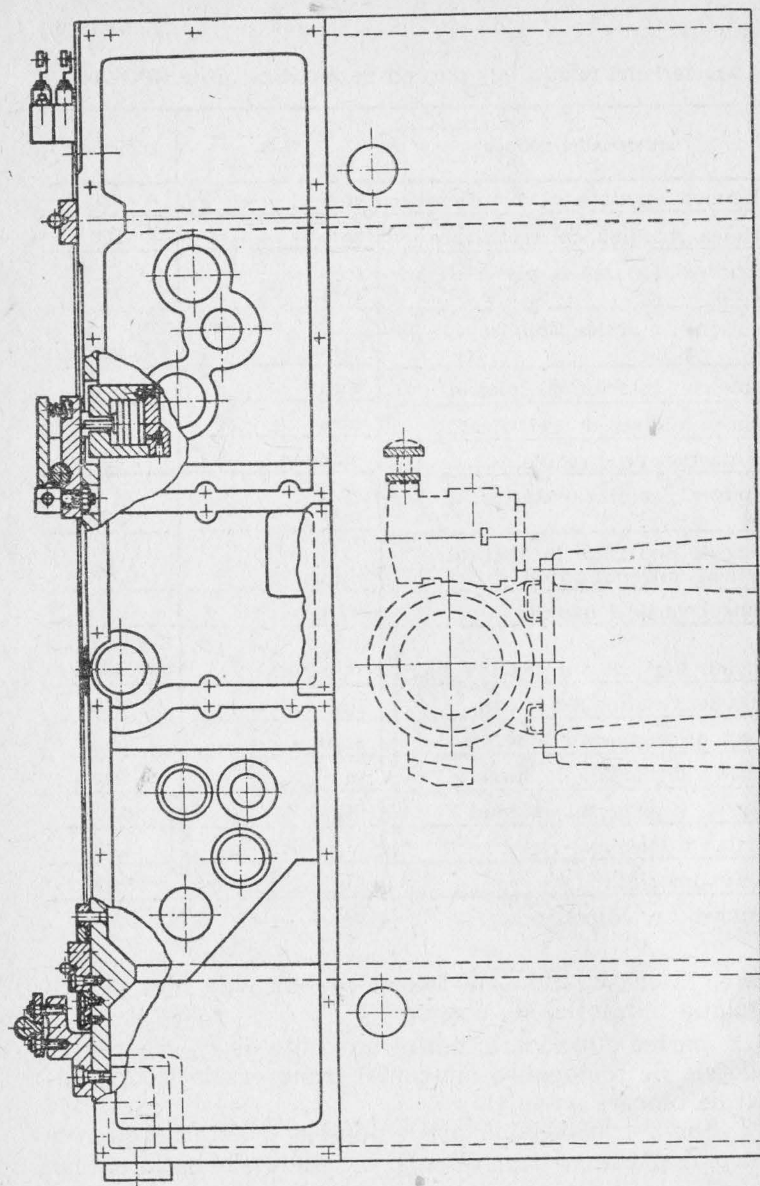


Fig. 4.2. Batiul maşinii de rectificat RPO 200.

la partea superioară are ghidajele tot cu role pentru deplasarea longitudinală a mesei acţionată de cilindrul hidraulic al acesteia.

Pe partea frontală are montate comenzile pentru:

— acţionarea manuală a mesei;
— reglarea cursei transversale;
— inversarea sensului de deplasare a mesei.

În partea din spate a saniei transversale este prevăzut canalul de colectare a lichidului de răcire pentru întoarcerea lui în bazin.

3. *Masa* este turnată din fontă, iar la partea superioară este prevăzută cu canale *T* pentru prinderea pie-

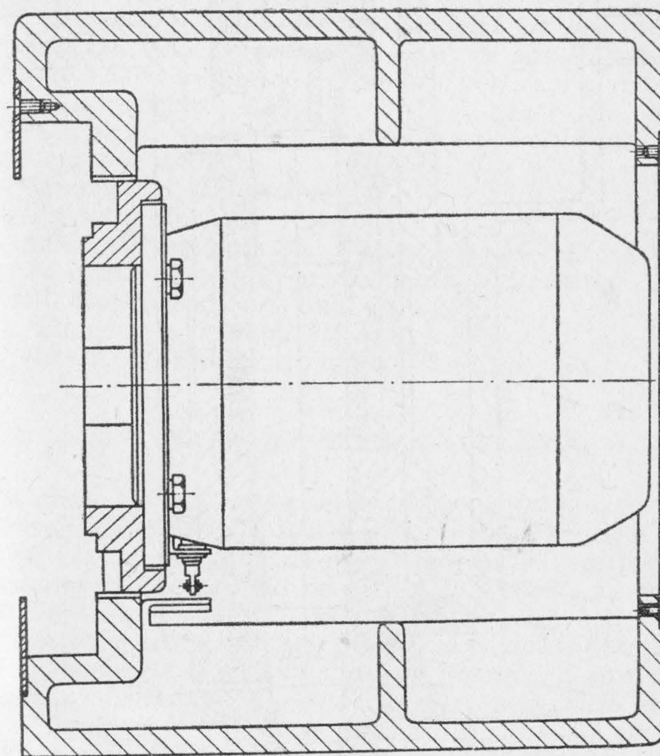


Fig. 4.3. Montantul maşinii RPO 200.

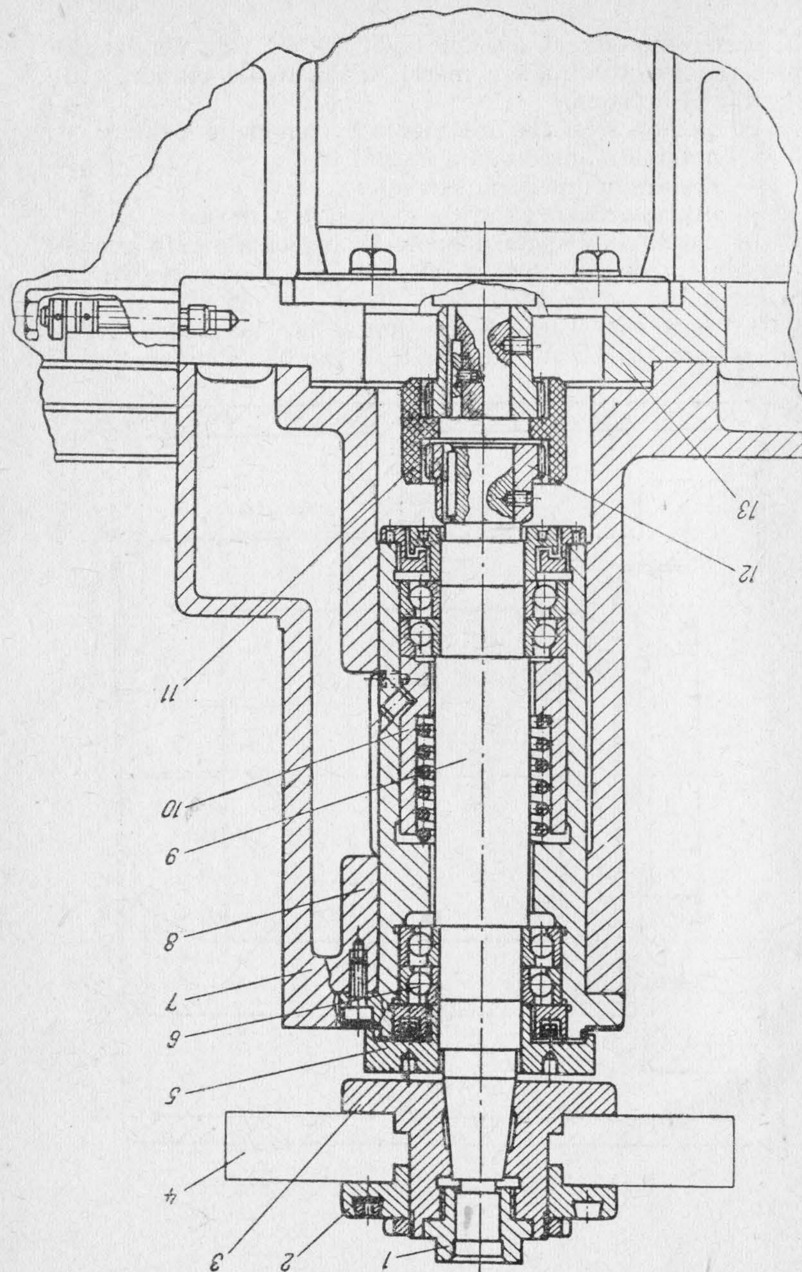


Fig. 4.4. Capul de rectificat al mașinii RPO 200:
... piuliță de strîngere a discului abraziv; 3 bucșă; 4 — disc abraziv; 5 — capac; 6 — rulmenți; 7 — car-
... roat

selor de prelucrat sau a dispozitivelor de fixare a pieselor (platou electromagnetic). La partea inferioară se află cele două căi de rulare pentru ghidajele de rostogolire. De masă sînt fixate apărătorile de protecție împotriva răspîndirii lichidului de răcire și opritoarele pentru reglarea cursei mesei care se fixează într-o anumită poziție în funcție de lungimea piesei de rectificat. Ea este deplasată prin intermediul tijei cilindrului hidraulic.

4. Montantul (fig. 4.3) este subansamblul de susținere a capului de rectificat. Este turnat din fontă și are o construcție bine rigidizată cu nervuri. Montantul face legătura dintre piesă-masă-sanie-batiu pe de o parte și capul de rectificat pe de altă parte.

În partea din față a montantului sînt amplasate plăcile de ghidare, iar în partea de jos și de sus, în interior, sînt amplasate limitatoarele de cursă verticală a mișcării capului de rectificat.

5. Capul de rectificat (fig. 4.4) are o construcție specială compusă din:

— motorul de antrenare;
— broșa de rectificare *6;*
— flanșele reglabile *2* și *3* pentru fixarea discului abraziv. Carcasa capului *7* cuprinde broșa și cuplajul *11* la motorul electric care este fixat pe o placă.

6. Elementele de comandă, prin intermediul cărora se dau toate comenzile pentru funcționarea mașinii.

4.2. MAȘINI DE RECTIFICAT PLAN VERTICALE

Mașinile de rectificat plan verticale se folosesc pentru prelucrarea suprafețelor mari, cu scule sub formă de oală dintr-o bucată sau din mai mulți segmenți. Principiul de funcționare se deosebește de cel de la mașinile de rectificat plan orizontale prin aceea că scula abrazivă lucrează cu întreaga suprafață frontală, care cuprinde de obicei întreaga lățime de prelucrat a piesei. În cazul acestei rectificări forțele de așchiere sînt mai mari, necesitînd puteri ale motorului electric la fel de mari. Se cere să se facă o răcire abundentă pentru a se evita îmbîcsirea sculei abrazive sau arderea piesei.

La operaţia de degroşare, pentru uşurarea funcţionării sculei, aceasta se înclină puţin faţă de masă, în aşa fel încît scula să ia contract cu piesa numai pe o parte din suprafaţa frontală, aşchierea efectuîndu-se mai degajat (v. fig. 1.30).

La finisare, păpuşa portsculă nu se mai înclină, ea luînd contactul cu piesa pe întreaga suprafaţă frontală.

Maşinile de rectificat plan verticale au o construcţie rigidă şi astfel se asigură o înaltă productivitate.

Una din maşinile de rectificat plan verticale, mai des întîlnite în industria construcţiilor de maşini este maşina de rectificat SFS-500 (fig. 4.5). Principalale caracteristici tehnice ale acestei maşini sînt date în tabelul 4.2.

4.2.1. **Părţile principale ale maşinii de rectificat plan verticală SFS-500.** Acestea sînt următoarele. Batiul, masa, păpuşa portpiatră, instalaţia hidraulică şi instalaţia de răcire.

Tabelul 4.2

Caracteristici ale maşinii de rectificat plan vertical SFS-500

Caracteristici	Dimensiuni
Lăţimea de rectificare	500 mm
Înălţimea de rectificare	560 mm
Înălţimea de rectificare cu masa magnetică	460 mm
Lungimea de rectificare	2 000
Diametrul exterior al capului de rectificare	580 mm
Numărul segmenţilor de rectificare	12 buc.
Dimensiunile segmentului de rectificare	90×35×150 mm
Viteza de deplasare a mesei	2 ... 32/m/min
Avansul transversal al capului	0,005—0,1 mm
Viteza periferică a segmenţilor	30 m/sec
Puterea totală instalată	31 kw

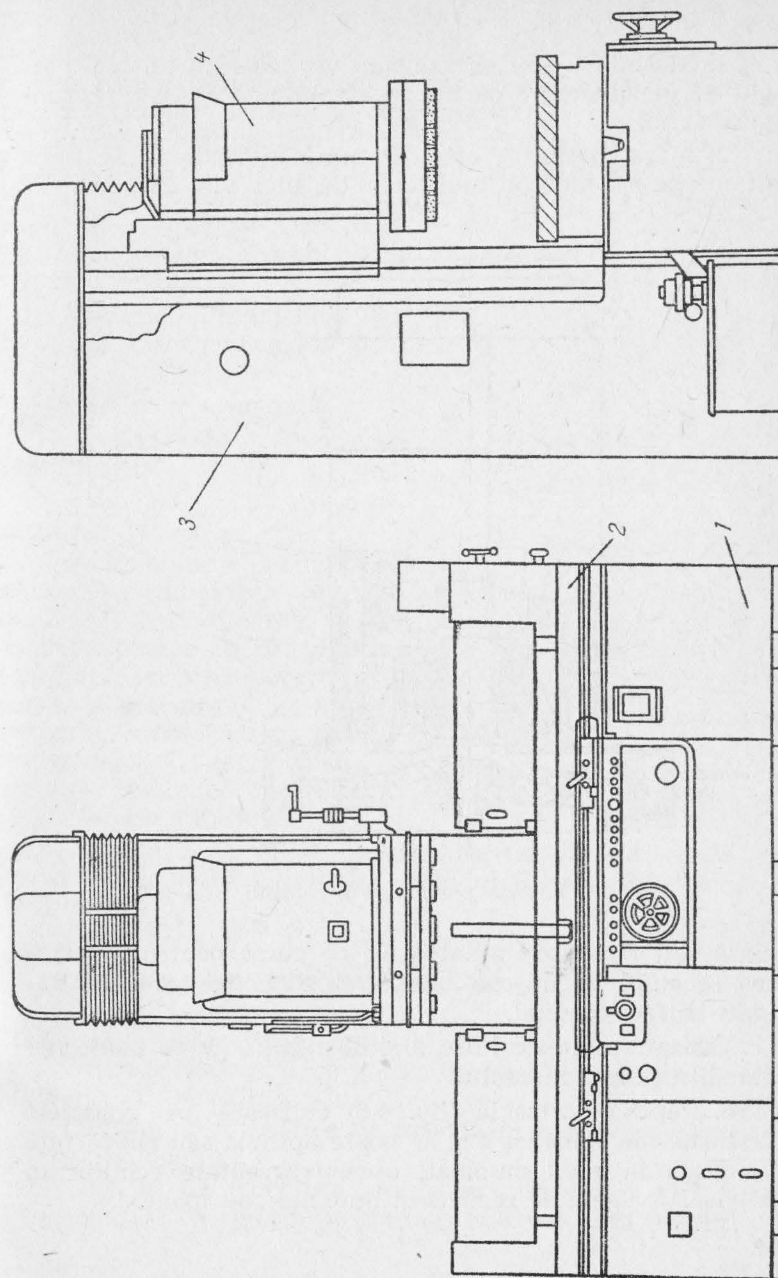


Fig. 4.5. Maşina de rectificat plan vertical SFS 500.

1. Mașinile de rectificat plan verticale au un batiu rigid *1*, pe glisierele căruia se deplasează masa dreptunghiulară *2*.

2. Masa mașinii *2* este acționată hidraulic și se pune în mișcare de către presiunea de ulei din cilindru. Pe

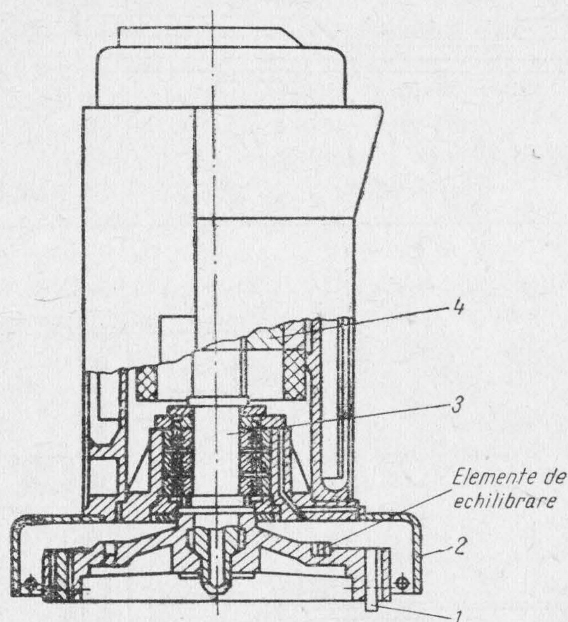


Fig. 4.6. Păpușa portpiatră a mașinii SFS 500.

masă sînt montate limitatoarele de cursă pentru inversarea sensului de mișcare. Reglarea distanței între limitatoare se face manual.

Viteza mesei este între 2 și 32 m/min. Ea se poate regla și în timpul mersului.

3. Păpușa portsculă (fig. 4.6) culisează pe ghidajele verticale ale coloanei *4* și se poate apropia sau ridica față de piesă în mod automat, o contragreutate echilibrînd păpușa. Avansul se realizează automat sau manual.

Pe axul păpușii portsculă este montat motorul electric de acționare a capului portsegmenți.

Montarea segmenților (fig. 4.7) cît și demontarea se face cu grijă și numai prin capacul de acces al apărătoarei. După montarea segmenților se lasă să se rotească capul în gol pentru a se vedea dacă nu prezintă trepidații la păpușa portpiatră.

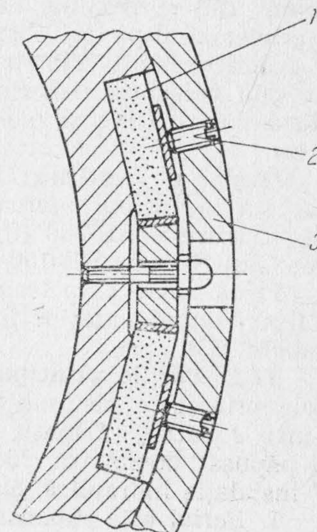


Fig. 4.7. Montarea segmenților la mașina SFS 500.

4. Instalația hidraulică asigură realizarea comenzilor pentru:

— acționarea mesei;

— reglarea în trepte a vitezei mesei;

— coborîrea automată a păpușii portpiatră.

Presiunea este realizată cu ajutorul a trei pompe: una radială cu două circuite, legate cu două pompe cu roți dințate. Pompa *1* servește pentru mișcarea mesei mașinii, pompa *2* servește la modificarea debitului pompei *1*, iar pompa *3* creează presiunea în cilindrul de deplasare a mesei.

5. Instalația de răcire constă dintr-un bazin cu emulsie și o pompă care împinge lichidul de răcire în zona de lucru.

4.3. MAȘINI DE RECTIFICAT ROTUND

Mașinile de rectificat rotund pot fi pentru: rectificat exterior, rectificat interior și rectificat exterior și interior (universale).

Ca tipuri caracteristice de mașini de rectificat rotund exterior se disting:

— mașini de rectificat rotund exterior între vîrfuri;

— mașini de rectificat rotund exterior fără vîrfuri.

4.3.1. **Mașini de rectificat rotund exterior între vîrfuri.** Mașinile de rectificat rotund exterior între vîrfuri, denumite și mașini de rectificat obișnuite sau mașini de rectificat simple, pot prelucra suprafețe exterioare rotunde, cilindrice, conice (de conicitate mică maximum 10°) și frontale, acestea din urmă prin avansul transversal al pietrei abrazive.

Caracteristica principală a mașinilor de rectificat din această categorie o formează prezența vîrfurilor celor două păpuși (fixă și mobilă), care susțin piesa de rectificat.

Mașini de rectificat rotund exterior între vîrfuri se fabrică la Întreprinderea de Mașini Unelte și Agregate din București RE-350 (fig. 4.8), și la Întreprinderea Unirea Cluj-Napoca, RE-100.

Principalele caracteristici tehnice ale mașinii de rectificat rotund exterior între vîrfuri RE-350 sînt date în tabelul 4.3.

4.3.2. **Părțile principale ale mașinii RE-350.** Elementele principale ale mașinii de rectificat rotund exterior sînt: *1* batiul, *2* masa, *3* suportul păpușii portpiatră, *4* păpușa portpiatră, *5* păpușa fixă, *6* păpușa mobilă, *7* instalația hidraulică, elementele de comandă și lunetele.

1. *Batiul* este subansamblul turnat din fontă care asigură rigiditatea mașinii. Este o construcție închisă, în interiorul căreia sînt montate unele elemente de acționare, de comandă etc. În partea superioară a batiului se găsesc ghidajele pentru mișcările de avans longitudinal al mesei și de avans transversal al păpușii portpiatră.

2. *Masa mașinii* (fig. 4.9). Realizează avansul longitudinal și se compune din:

— masa inferioară *4* (sania), care culisează direct pe ghidajele batiului;

— masa superioară *1*, pe care se găsește fixată păpușa mobilă și care se poate roti în jurul unui pivot central, pentru rectificarea conicităților și apoi se fixează în poziția dorită cu ajutorul plăcilor de strîngere *3*, stînga și dreapta.

Transmiterea mișcării de la motorul hidraulic la masă se face prin intermediul tijei pistonului care se fixează de masa inferioară cu ajutorul unei piulițe.

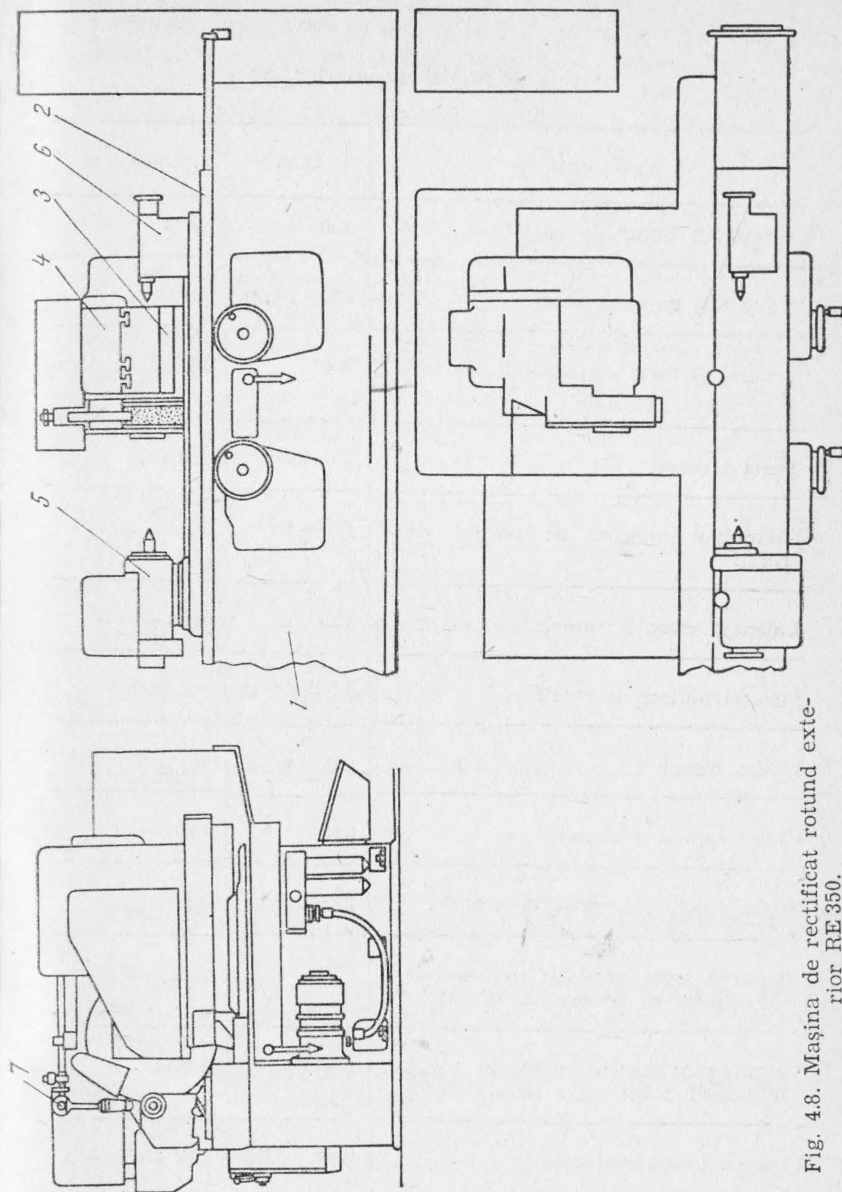


Fig. 4.8. Mașina de rectificat rotund exterior RE 350.

Mașina de rectificat exterior 350

Caracteristici	U.M.	Dimensiuni
Diametrul max. de rectificat	350	mm
Lungimea max. a piesei	630—1 000	mm
Greutatea max. a piesei între vîr-furi	300	kg
Turația piesei	25—265	rot/min
Diametrul exterior al pietrei de rectif.	280—400	mm
Lățimea max. a pietrei de rectif.	125	mm
Turația pietrei de rectif.	1 532; 1 230	rot/min
Viteza mesei	0,05—6	m/min
Cursa rapidă a saniei	50	mm
Cursa max. a avansului transv.	2	mm
Valoarea unei gradații pe tamburul gradat al avansului transv.	0,01	mm
Valoarea avansului trans. în cazul acționării prin rotire cu un dinte	0,005	mm
Puterea totală instalată	9,12	kW

Pentru reglarea exactă a rotirii mesei s-a prevăzut un dispozitiv de oprire cu comparator cu cadran.

Acest dispozitiv permite aducerea mesei, rapid și exact, în poziția zero sau să înregistreze o anumită conici-

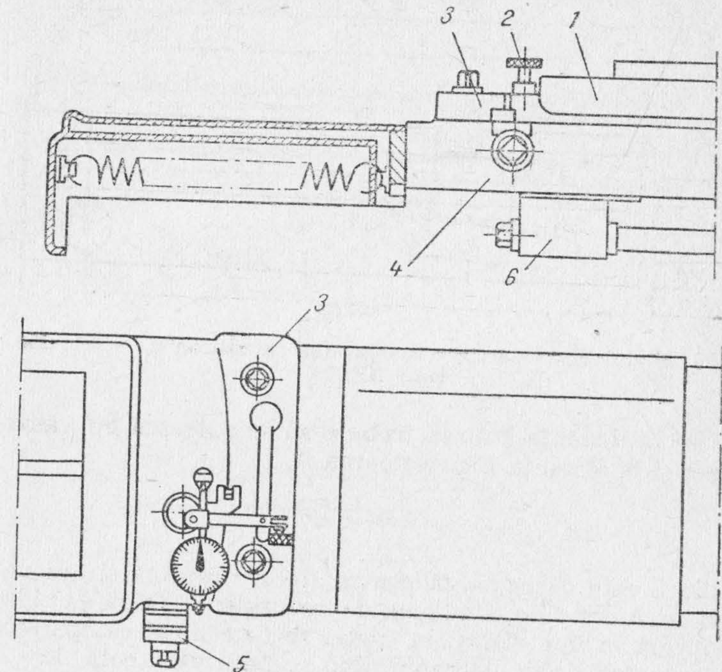


Fig. 4.9. Masa mașinii RE 350:
1 — masă superioară; 2 — șurub de fixare; 3 — suport gradat; 4 — masă inferioară; 5 — șurub de deplasare; 6 — element hidraulic.

tate mai repede și mai exact decît la orientarea mesei după scara gradată. Dispozitivul se folosește la:

— rotiri frecvente ale mesei;

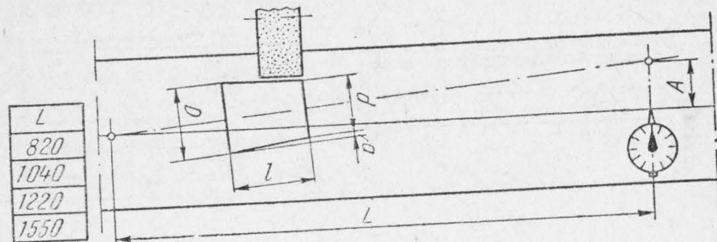
— rectificarea suprafețelor conice și cilindrice într-o singură prindere a piesei.

Modul de reglare cu comparatorul: pentru ca la reglare să se poată ajunge exact la forma cilindrică dintr-o

singură deplasare, se recomandă următoarea metodă (fig. 4.10):

— la lungimea piesei l se calculează jumătatea diferențelor a

$$\frac{D-d}{2}=a;$$



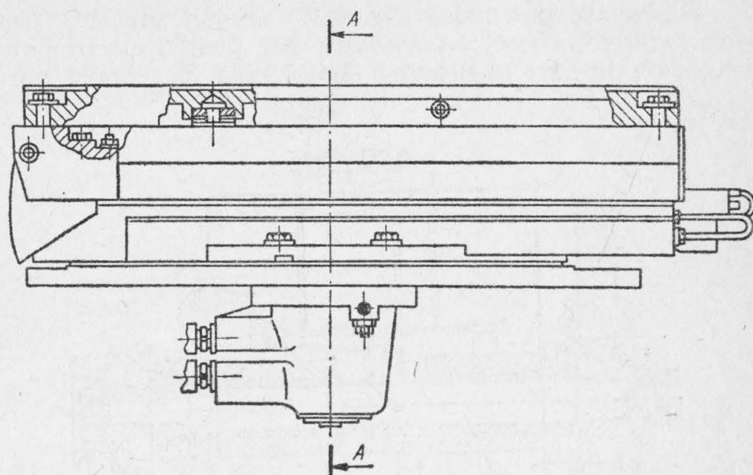
4.10. Modul de reglare cu comparator cu cadran a mesei mașinii RE 350.

— la distanța l masa trebuie să se rotească cu valoarea a și la distanța L cu valoarea A,

$$A=\frac{L\cdot a}{l},$$

unde L este o constantă pentru fiecare mașină și are valori în funcție de lungimea de rectificare. Valoarea A se exprimă în mm și rotirea mesei se face după comparatorul cu precizie de 0,01 mm pînă se realizează cota A.

3. *Suportul păpușii portpiatră* (fig. 4.11) se compune din următoarele elemente principale: — placa de bază *1* care se prinde de batiul posterior și permite rotirea suportului inferior *2*; — suportul inferior *2* are posibilitatea să se rotească pe placa de bază *1* și servește ca suport pentru căile de rulare a ghidajelor cu role ale păpușii pietrei de rectificat; — suportul superior *3* are fixat la partea inferioară căile de rulare ale ghidajelor cu role, iar pe partea superioară se prinde placa intermediară *4*; — placa intermediară *4* care servește pentru fixarea păpușii pietrei de rectificat se poate roti 6° dreapta și stînga.



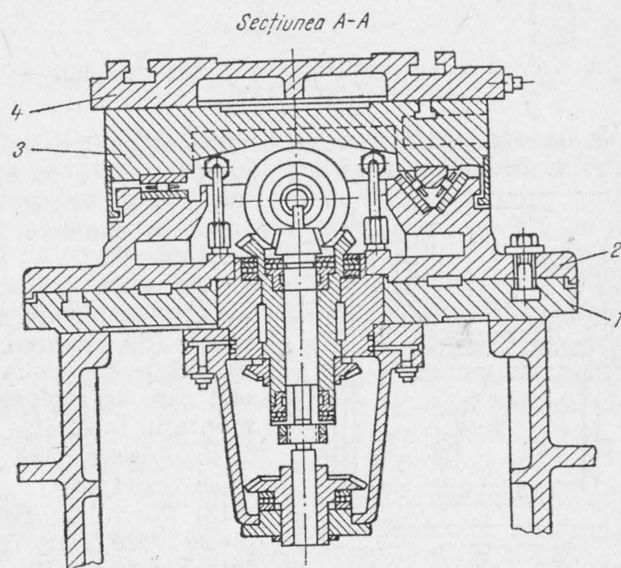


Fig. 4.11. Suportul păpușii portpiatră.

4. *Păpușa portpiatră* (fig. 4.12) are un suport *1* pentru lagărele arborelui portpiatră *2* și pentru electromotorul de antrenare al discului abraziv. Tot pe păpușa port-

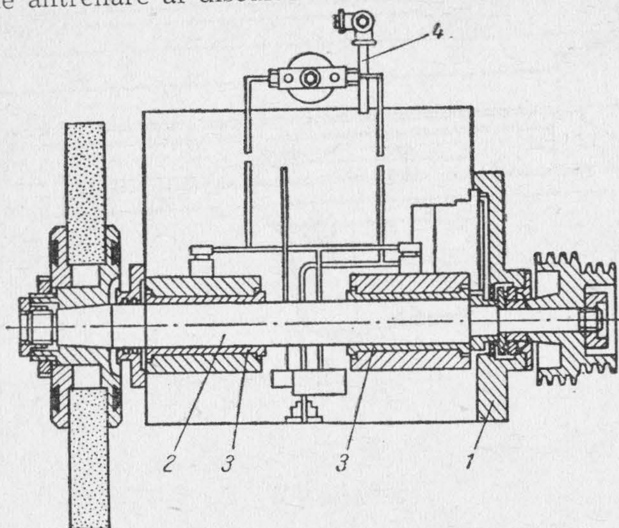


Fig. 4.12. Arborele portpiatră a păpușii mașinii de rectificat RE 350.

sculă se fixează aparătoarea și robinetul pentru lichidul de răcire *4*. Ghidarea păpușii pe suport se face cu ajutorul a două cepuri care intră în canalele *T* de pe suport.

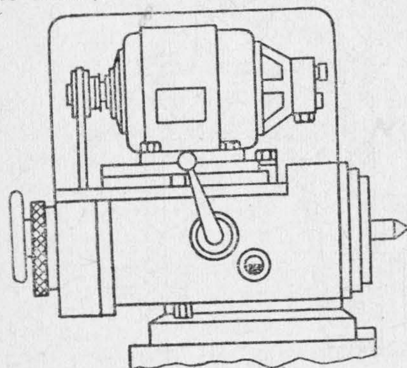


Fig. 4.13. Păpușa fixă a mașinii RE 350.

Arborele discului abraziv se rotește în lagăre de alunecare *3* executate din două bucăți care se reglează la montajul mașinii.

5. *Păpușa fixă (păpușa portpiesă)* (fig. 4.13) permite rotirea piesei care este fixată între vîrfuri. Ea este fixată pe placa suport

de pe masa superioară a mașinii cu ajutorul a trei șuruburi pentru canal *T* care-i permit rotirea în jurul unui pivot. Unghiul de rotire al păpușii se citește pe flanșa gradată a păpușei fixe.

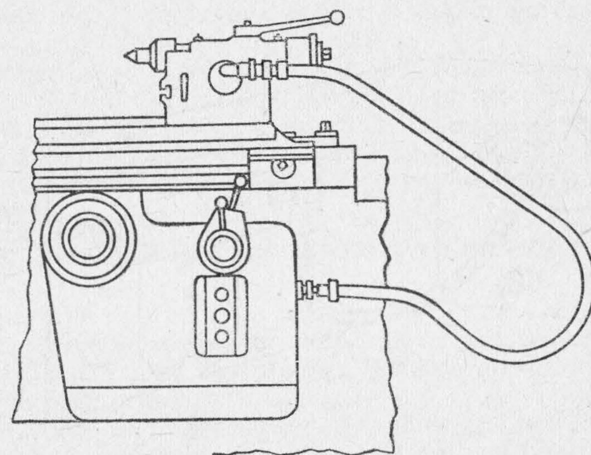


Fig. 4.14. Păpușa mobilă a mașinii RE 350.

6. *Păpușa mobilă* (fig. 4.14) este fixată pe masa superioară a mașinii cu ajutorul a două șuruburi pentru canal *T* care-i permit deplasarea în lungul mesei în poziția dorită, în raport cu lungimea piesei și se imobilizează cu șurubul de fixare. Vîrful se fixează în pinolă și poate acționa asupra piesei cu forța elastică dată de resort. Pinola păpușii mobile poate fi retrasă manual sau hidraulic.

7. *Instalația hidraulică* (fig. 4.15) asigură punerea în mișcare a anumitor organe, din componența mașinii, cu ajutorul uleiului sub presiune, care este debitat de o pompă de ulei amplasată pe batiul anterior în partea din spate a mașinii. Debitul pompei este de 30 l/min.

Presiunea de exploatare este de 11 daN/cm^2 și se reglează de la supapa de presiune. Controlul presiunii se face cu ajutorul manometrului care se află montat la blocul supapelor.

8. *Elementele de comandă* ale mașinii sînt:
— elemente pentru comanda mesei;
— elemente pentru comanda saniei;
— elemente pentru oprirea automată.

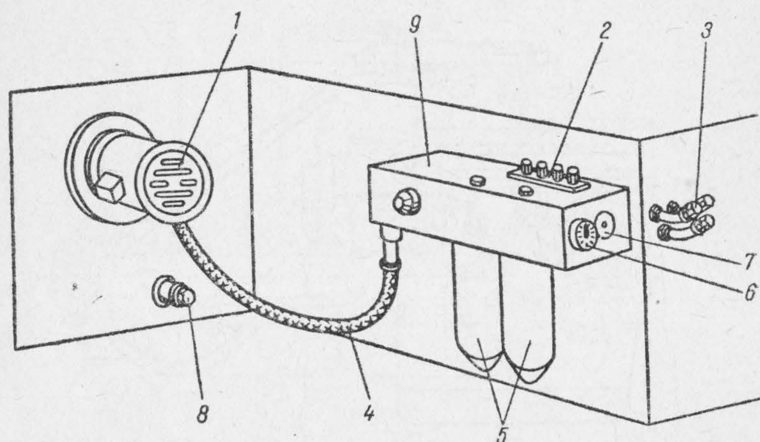


Fig. 4.15. Instalația hidraulică a mașinii RE 350:
1 — pompă hidraulică; 2 — robinet de reglare; 3 — conducte de ulei sub presiune; 4 — tubul de la blocul supapelor; 5 — filtru de ulei; 6 — manometru de ulei; 7 — robinet; 8 — șurub pentru scurgere; 9 — blocul supapelor.

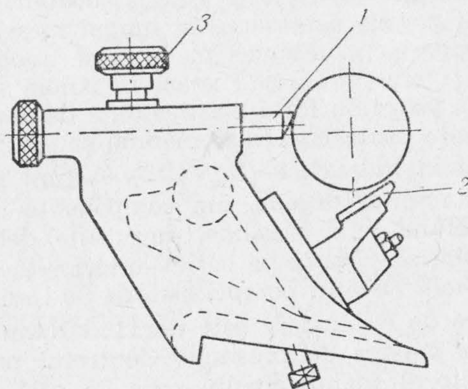


Fig. 4.16. Luneta.

Toate comenzile elementelor sînt montate pe pupitru de comandă.

9. *Lunetele.* Pentru a se împiedica încovoierea pieselor lungi, la rectificare, se folosesc lunete deschise (fig. 4.16).

Bacurile *2* ale lunetei se vor așeza numai pe suprafețele curat prelucrate și fără bătaie.

Bacurile și pinolele lunetei se vor curăța continuu pentru a se obține o calitate bună la rectificarea pieselor. Pinola *1* se fixează cu șurubul *3*. Lunetele se montează pe masa superioară și se fixează de aceasta, în poziția dorită, prin intermediul șuruburilor pentru canal *T*.

4.4. MAȘINI DE RECTIFICAT ROTUND INTERIOR

Mașinile de rectificat rotund interior se folosesc pentru rectificarea alezajelor cilindrice și conice, precum și pentru rectificarea suprafețelor frontale ale pieselor, dintr-o singură prindere.

Mașinile de rectificat interior sînt similare din punct de vedere constructiv cu mașinile de rectificat exterior. Diferența esențială constă în construcția arborelui portsculă, care, în acest caz, trebuie să intre în alezajul de prelucrat.

Mașinile de rectificat interior în ceea ce privește construcția lor se fabrică în mai multe tipuri. Printre acestea se numără și mașina de rectificat rotund interior RI-80 (fig. 4.17), fabricată de către Întreprinderea Mecanică Cugir.

Caracteristicile principale constructive și funcționale ale mașinii de rectificat rotund interior RI-80 sînt date în tabelul 4.4.

4.4.1. **Descrierea părților principale ale mașinii de rectificat rotund interior RI-80.** Elementele principale ale mașinii de rectificat interior sînt: batiul, păpușa portpiesă, masa, suportul broșei de rectificat interior, broșa portpiatră, grupul hidraulic central și grupul pentru comanda avansului transversal.

1. *Păpușa portpiesă* (fig. 4.18) cuprinde următoarele: arborele portpiesă, dispozitivul hidraulic de fixare a pie-

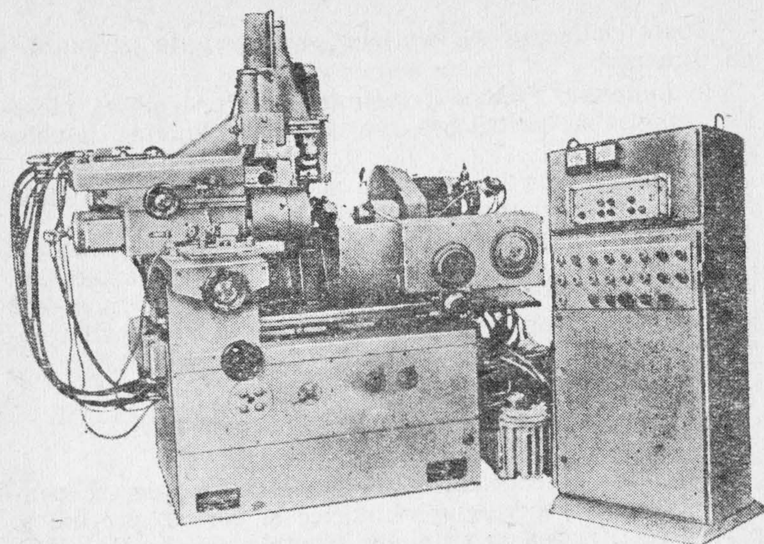


Fig. 4.17. Mașina de rectificat interior RI 80.

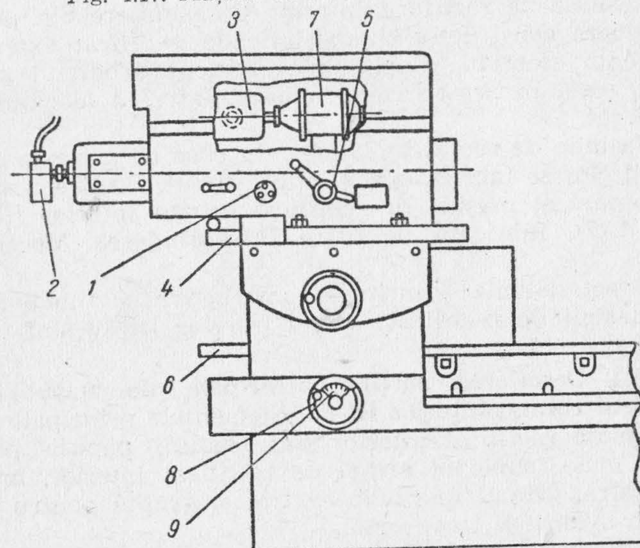


Fig. 4.18. Păpușa portpiesă a mașinii RI 80:
1 — buton de blocare; 2 — conductă pentru lichidul de răcire; 3 — cuplaj electromagnetic cu fricțiune; 4 — suport comparator; 5 — manetă; 6 — microîntrerupător; 7 — electromotor; 8 — roată de mînă; 9 — tambur gradat.

Tabelul 4.4

Mașina de rectificat interior RI-80

Caracteristici constructive și funcționale

Caracteristici	U.M.	Dimensiuni
Diametrul de rectificat minim	10	mm
Diametrul de rectificat maxim	80	mm
Precizia de lucru	±0,003	mm
Diametrul maxim de rotație	350	mm
Cursa maximă long. a mesei	310	mm
Înclinația max. a păpușii port-piesă	20°	
Viteza de deplasare a mesei cu suportul broșei	0,25–8	m/min
Puterea totală instalată	8,6	kW
Greutatea	3 400	kg

sei (fig. 4.19) și regulatorul de presiune pentru dispozitivul hidraulic de fixare a piesei (fig. 4.20).

2. *Masa este subansamblul* pe ghidajele căruia glisează suportul cu broșa portpiatră.

Comenzile pentru deplasările mesei din starea de repaus în poziția de lucru, cît și retragerea ei rapidă se face hidraulic prin comenzi electrice.

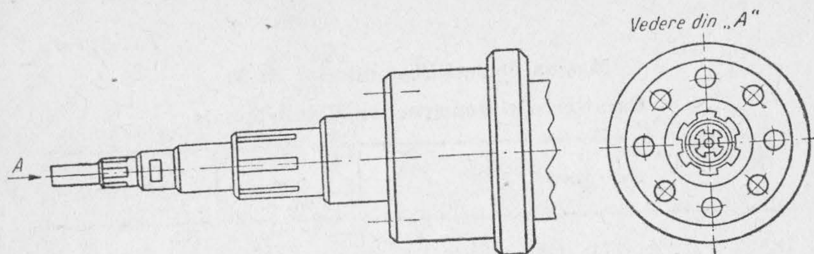


Fig. 4.19. Dispozitivul hidraulic de fixare a pieselor.

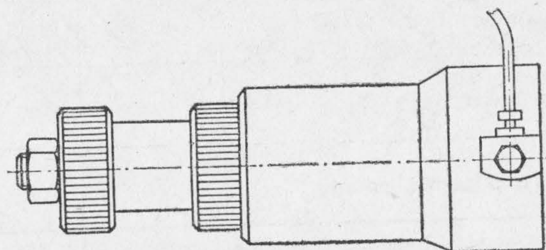


Fig. 4.20. Regulatorul de presiune pentru dispozitivul de fixare a pieselor.

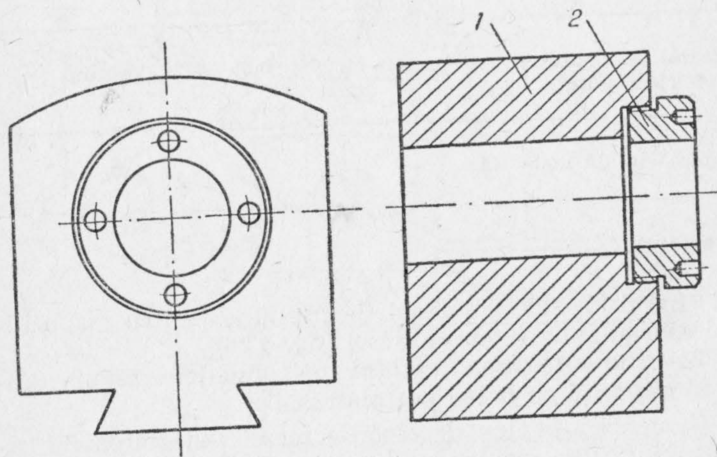


Fig. 4.21. Suportul broşei de rectificat a maşinii RI 80.

3. *Suportul broşei de rectificat interior* (fig. 4.21) susţine broşa de rectificat şi este fixat pe masa maşinii. El se compune din două cărucioare: căruciorul inferior, solidar cu subansamblul pentru compensarea uzurii discului abraziv şi căruciorul superior, care execută mişcarea de avans transversal comandat de camă. Aceste cărucioare sînt montate pe ghidaje de rostogolire prismatice, cu role cilindrice în cruce.

4. Broşa portpiatră (fig. 4.22) se montează în suportul *1* şi se blochează cu ajutorul unei piuliţe *2*. Ea este antrenată de un electromotor prin intermediul unei curele de transmisie. Broşa este unsă cu ulei pulverizat de la un dispozitiv de pulverizare, prin tuburi din material plastic transparent. Cantitatea de ulei pulverizat trebuie să fie de 8 ... 9 picături pe minut.

Broşele se construiesc în mai multe tipuri în funcţie de numărul de rotaţii pe minut.

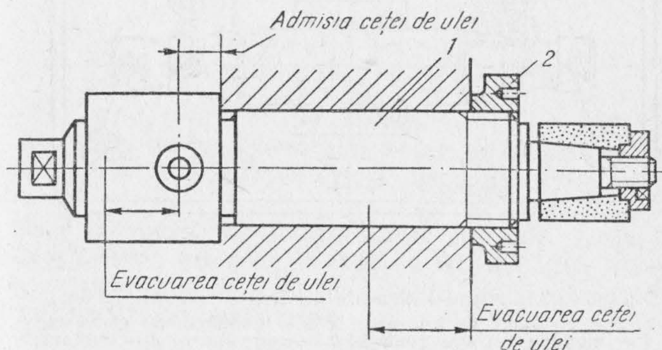


Fig. 4.22. Broşa portpiatră al maşinii RI 80.

5. Grupul hidraulic central (fig. 4.23) în componenţa căruia intră două pompe cu şurub *A* şi *B* fixate prin intermediul unor flanşe, de cele două părţi ale motorului electric de antrenare *M*.

Conductele de aspiraţie *1* şi *2* ale ambelor pompe sînt legate la două filtre mecanice. Uleiul circuitului de evacuare trece prin conductele *3* şi *4* şi prin filtrele mecanice cu elemente magnetice curăţindu-l de impurităţi.

6. Grupul pentru comanda avansului transversal al discului abraziv, imprimă prin intermediul camei deplasarea transversală a căruciorului superior a suportului portbroșă, prin comenzi electrice.

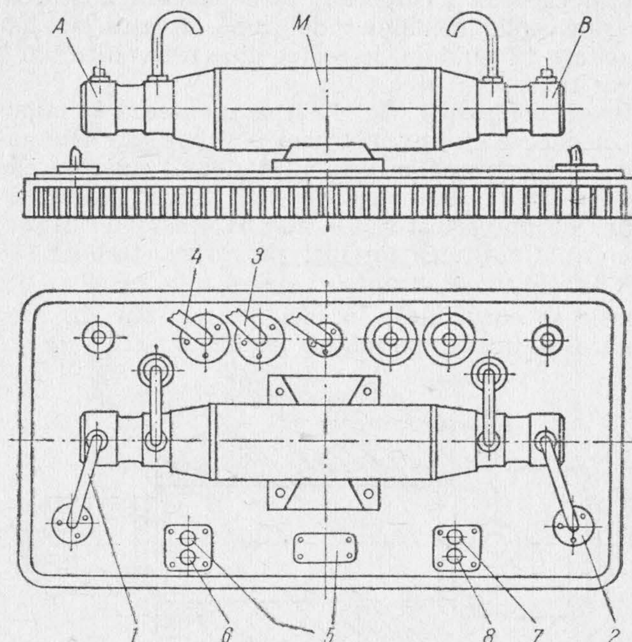


Fig. 4.23. Grupul hidraulic central a mașinii RI 80:
1, 2 — conducte de aspirație; 3, 4 — conducte de evacuare; 5 — manometru; 6 — robinet; 7 — manometru; 8 — robinet.

4.5. MAȘINI DE RECTIFICAT UNIVERSALE

Mașinile de rectificat universale se utilizează pentru rectificarea suprafețelor cilindrice sau conice, exterioare sau interioare, precum și a suprafețelor frontale.

La mașinile de rectificat universale se deosebesc aceleași mișcări ca și la mașinile de rectificat rotund între vîrfuri. În plus la aceste tipuri de mașini există posibilitatea de rotire a celor două capete: capul de rectificat

și capul portpiesă, cu unghiuri mari (chiar 90°), pentru rectificarea conurilor interioare și exterioare. Se pot rectifica și suprafețele frontale, perpendiculare pe axa de rotație a piesei.

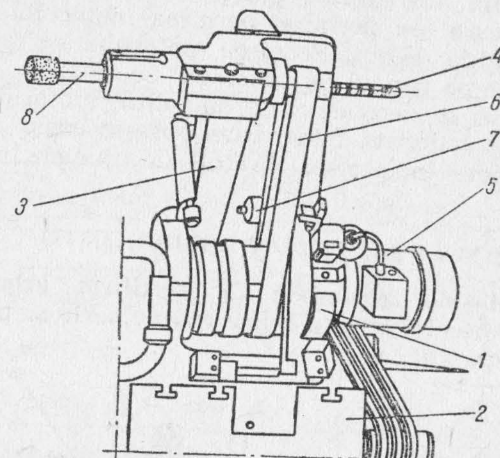


Fig. 4.24. Dispozitivul de rectificare interioară al mașinii RU 350.

Mașinile de rectificat universal au în plus față de mașinile de rectificat exterior, dispozitivul de rectificat interior.

4.5.1. Dispozitivul de rectificat interior. Dispozitivul de rectificat interior de la mașina RU-350 (fig. 4.24) este montat pe capul de rectificat, fără a fi demontat în timpul rectificării exterioare.

Suportul *1* al dispozitivului de rectificat interior este fixat pe partea superioară *2* a capului de rectificat cu șuruburi pentru canal *T*.

Brațul *3* în care se fixează broșa pentru rectificat interior poate fi rabătut în sus după desfacerea manetelor de blocare. În poziția rabătută în sus, suportul arborelui este menținut de un clichet. Greutatea brațului este compensată printr-un arc de tracțiune. Prin rotirea spre dreapta a mînerului *4* se desface clichetul și brațul poate fi rabătut în jos pentru rectificarea interioară. În această poziție se blochează cu două came acționate de manetele

de blocare. Broşa de rectificat interior *8* este antrenată de electromotorul 5 printr-o curea lată *6*, întinsă cu rola de întindere 7. Cînd braţul broşei este rabătut în jos pentru rectificare, un şurub reglabil acţionează asupra unui comutator care nu permite pornirea motorului electric decît în poziţia de jos. Pornirea motorului se face de la un buton de pe panoul de comandă. La ridicarea braţului broşei în sus se deconectează, mai întîi, motorul electric şi apoi este acţionată frîna, care opreşte broşa de rectificat interior, înainte ca braţul să ajungă în poziţia de sus.

4.6. MAŞINI DE RECTIFICAT ARBORI COTIŢI

4.6.1. Maşina orizontală de rectificat arbori cotiţi (fig. 4.25) este folosită la fabricaţia de serie şi pentru lucrări de reparaţii.

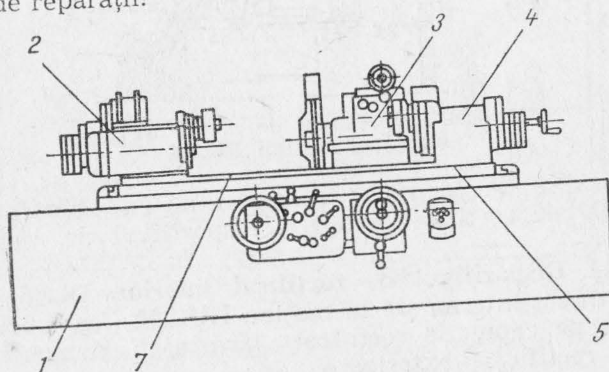


Fig. 4.25. Maşina orizontală de rectificat arbori cotiţi (G. Schon).

Principalele caracteristici tehnice ale maşinii orizontale de rectificat arbori cotiţi de tip G. Schon sînt date în tabelul 4.5.

Tabelul 4.5

Caracteristici tehnice ale maşinii de rectificat arbori cotiţi

Caracteristici	U.M.	Dimensiuni
Lungimea maşinii între vîrfuri	mm	2 100
Înălţimea de la masă la vîrf	mm	340
Distanţa între palier şi maneton	mm	0—125
Diametre de rectificare	mm	0—500
Dimensiunea pietrei cu latura mică	mm	162×22
Dimensiunea pietrei normale	mm	162×32
Turaţia pietrei	rot/min.	900
Turaţiile piesei	rot/min.	38-54-86
Viteza de deplasare a mesei	mm/min.	250-500--1 000
Puterea instalată	CP	10

4.6.1.1. Părţile principale ale maşinii orizontale de rectificat arbori cotiţi. Acestea sînt: batiul, păpuşa fixă, păpuşa mobilă, masa inferioară, masa superioară, capul de rectificat, instalaţia de răcire.

1. *Batiul 1* este turnat din fontă, avînd o construcţie rigidă. Pe ghidajele longitudinale glisează masa inferioară 5, pe role care prin rostogolire o transportă de-a lungul ghidajelor.

2. *Păpuşa fixă 2* este montată pe masa superioară 7. În axul principal a păpuşii este montat dispozitivul de prindere (fig. 4.26) în care se fixează piesa de rectificat.

3. *Păpuşa mobilă 4* este montată tot pe masa superioară, deplasarea ei făcîndu-se cu ajutorul unei cremaliere şi a unei manivele avînd montat pe arbore acelaşi dispozitiv de fixare a piesei ca şi la păpuşa fixă.

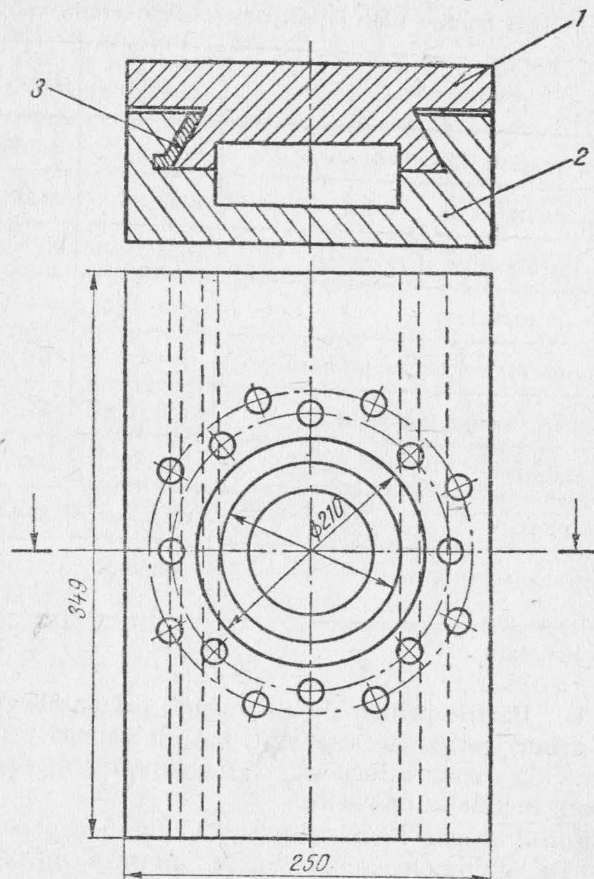


Fig. 4.26. Dispozitivul de prindere a piesei la maşina de rectificat arbori cotiţi.

4. *Capul de rectificat 3*, glisează pe partea posterioară a batiului în sens transversal în vederea realizării avansului transversal pentru rectificarea piesei.

5. *Instalaţia de răcire 6*, constă dintr-un bazin şi o pompă care este antrenată de un electromotor şi fixată pe un suport. Debitul lichidului de răcire şi ungere este reglat cu ajutorul unui robinet.

Cele două păpuşi sînt prevăzute cu două flanşe pe care sînt fixate dispozitivele de prindere şi contragreutăţile pentru strîngerea şi centrarea piesei.

4.7. MAŞINI DE RECTIFICAT ARBORI CANELAŢI

Arborii canelaţi servesc la îmbinări mobile şi cei mai folosiţi sînt cu 4 şi 6 caneluri. Formele canelurilor utilizate frecvent sînt cele dreptunghiulare (fig. 4.27).

Rectificarea părţilor laterale ale canelurilor şi rectificarea diametrului interior se execută din una sau două operaţii. Rectificarea într-o singură operaţie (fig. 4.28, *a*) se execută în producţia în masă şi în serie mare, la maşini speciale de rectificat caneluri. Adaosul pe partea laterală a canelurilor şi pe suprafaţa de la fundul acestora se lasă de 0,1 . . . 0,2 mm (de fiecare parte).

Avantajul acestei maşini constă în faptul că profilarea discului abraziv se execută cu ajutorul unui meca-

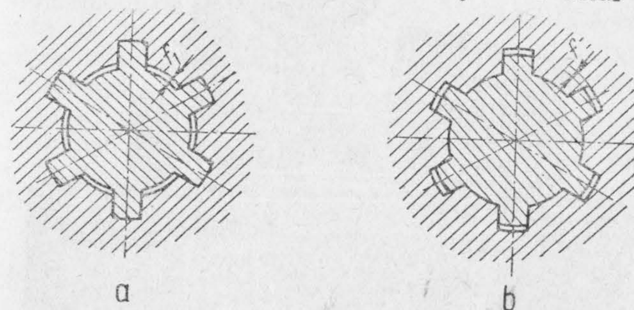


Fig. 4.27. Arbori canelaţi:
a — centrare după diametrul interior; *b* — centrare după diametrul exterior.

nism special cu şablon, care asigură o precizie ridicată a profilului. La producţia în serie mică şi mijlocie rectificarea suprafeţelor canelurilor se execută în două operaţii. La început se rectifică părţile laterale ale canelurilor

3 — Îndrumător pt. ridicarea calificării, vol. II

(fig. 4.28, *b*) cu două discuri de rectificat, apoi suprafața diametrului interior, cu un disc de rectificat profilat. Prelucrarea se efectuează la mașini de rectificat plan orizon-

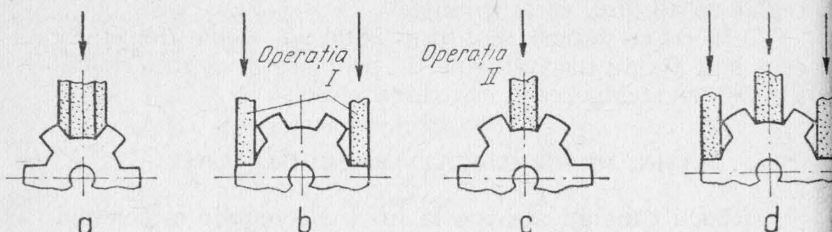


Fig. 4.28. Metode de rectificare a arborilor canelați.

tale care sînt înzestrate cu capete de divizare. Există, de asemenea, mașini speciale pentru acest fel de prelucrare, care lucrează cu un bloc de 3 discuri de rectificat și care rectifică simultan părțile laterale și suprafața diametrului

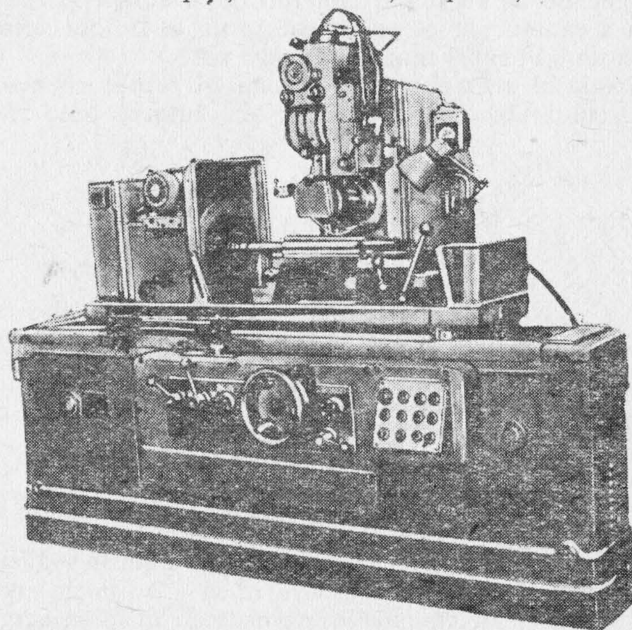


Fig. 4.29. Mașina de rectificat arbori canelați.

interior (fig. 4.28, *d*). Acest tip de mașină este inferioară din punctul de vedere al preciziei și productivității față de primul tip arătat.

Dintre mașinile care se utilizează în industria construcțiilor de mașini pentru rectificarea arborilor canelați se numără și mașina model 3451, de construcție Sovietică (fig. 4.29) care se folosește în producția de serie mare. Caracteristicile tehnice principale ale acestei mașini sînt date în tabelul 4.6.

4.7.1. Părțile componente ale mașinii de rectificat arbori cu caneluri. Mașina de rectificat arbori cu caneluri se compune din subansamble asemănătoare cu cele ale mașinilor de rectificat exterior. Pe ghidajele longitudinale ale batiului, prin acționare hidraulică, se deplasează masa. Pe masă sînt fixate mecanismul de divizare și păpușa din spate.

Montantul capului de rectificat are glisiere verticale pe care se deplasează căruciorul păpușii de rectificat. Arborele discului de rectificat este acționat cu ajutorul unui electromotor printr-o transmisie cu o curea plată.

Mașina dispune de un mecanism de avans vertical al discului de rectificat.

Comenzile de dute-vino ale mesei, avansul vertical al discului de rectificat, îndreptarea discului abraziv, cît și ungerea glisierelor mașinii se face cu ajutorul unei instalații hidraulice care se află în spatele mașinii.

Fixarea piesei de rectificat se face cu ajutorul celor două păpuși: fixă care cuprinde și dispozitivul de divizare, mobilă — care se poate apropia sau îndepărta în funcție de lungimea arborelui canelat.

4.8. RECTIFICAREA SUPRAFEȚELOR CONICE EXTERIOARE

În construcția de mașini, piesele de formă conică au o răspîndire relativ mare, deoarece cu ajutorul lor se realizează îmbinări foarte strînse și în același timp, ușor demontabile.

Vîrfurile unui strung sau ale unei mașini de rectificat exterior, intră ușor în alezajul conic al arborelui, se scot ușor, și în timpul lucrului asigură fixarea corectă.

Tabelul 4.6

Mașina de rectificat caneluri model 3451

Caracteristici tehnice	Dimensiuni
Înălțimea vîrfurilor	180 mm
Distanța maximă dintre vîrfuri	500 mm
Diametrul de rectificare minim	25 mm
Diametrul de rectificare maxim	125 mm
Lungimea de rectificare minimă	200 mm
Lungimea de rectificare maximă	500 mm
Numărul canalelor uzinate	3—48
Diametrul exterior al discului de rectificat minim	90 mm
Diametrul exterior al discului de rectificat maxim	200 mm
Înălțimea maximă la axa discului de rectificat	362 mm
Deplasarea verticală maximă a păpușii	150 mm
Deplasarea transversală maximă a păpușii	25 mm
Deplasarea păpușii la o rotație a volantului	0,5 mm
Dimensiunile suprafeței de lucru a mesei	250×1 345 mm
Deplasarea longitudinală maximă a mesei	610 mm
Conul găurii axului	Morse 6
Conul găurii axului păpușii din spate	Morse 2
Numărul de viteze al discului de rectif.	3
Turația discului de rectif. pe minut	2 880; 4 550; 6 300;
Limitele vitezelor de deplasare ale mesei	1—15 m/min
Mărimea avansului cu impulsuri manuale	0,005 mm
Viteza de deplasare rapidă a păpușii	453 mm/min
Puterea totală instalată	7 kW

4.8.1. **Elementele conului.** Unghiul 2 α se numește unghiul conului. Unghiul α se numește unghiul de înclinare al conului (fig. 4.30).

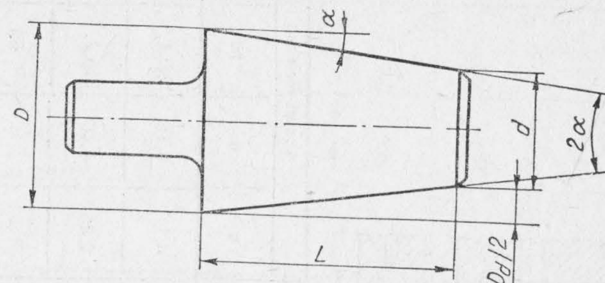


Fig. 4.30. Elementele conului.

Conicitatea K este raportul între diferența diametrelor conului și lungimea sa:

$$K=\frac{D-d}{l};$$

Exemplu: Dacă $D=72$ mm, $d=36$ mm și $l=70$ mm, conicitatea va fi:

$$K=\frac{72-36}{70}=\frac{36}{70}=0,515.$$

Înclinația i este raportul dintre diferența diametrelor conului și dublul lungimii lui și reprezintă jumătate din conicitate:

$$i=\frac{D-d}{2l}.$$

După datele exemplului precedent, înclinația va fi:

$$i=\frac{72-36}{2\times70}=\frac{36}{2\times70}=\frac{36}{140}=0,25071.$$

Valoarea înclinației conului este egală cu tangenta unghiului α. În volumul II „Îndrumătorul rectificatorului de precizie“ se găsește mărimea unghiului α, care este de 14°4′30″.

În prezent părțile conice de fixare ale sculelor și dispozitivelor se confecționează după STAS 248-62. Sînt adoptate două sisteme de bază pentru conuri: sistemul morse și sistemul metric (tabelul 4.7).

4.8.2. **Metode de rectificare a pieselor conice.** Rectificarea conică exterioară poate fi executată în mai multe feluri:

1. Rotind masa superioară.
2. Rotind păpușa fixă.
3. Rotind capul de rectificat.
4. Profilînd discul abraziv la unghiul respectiv.

1. Rectificarea suprafețelor conice prin rotirea mesei se face în cazul pieselor lungi, cu înclinație mică, rotind masa pe care se află cele două păpuși, pe jumătate din unghiul conului, după diviziunile care se află pe capătul din dreapta al mesei (fig. 4.31, *a*).

Rotirea maximă posibilă a mesei este de 10°, deci se poate rectifica o suprafață conică cu unghiul la vîrf de 20°.

Această așezare a mesei face posibilă așezarea suprafeței care se rectifică, paralel cu suprafața activă a discului de rectificat. Rectificarea se face prin treceri longitudinale ale discului abraziv, dîndu-i-se un avans transversal.

2. Rectificarea suprafețelor conice prin rotirea păpușii fixe. Rectificarea conurilor cu înclinație mare pe porțiuni scurte se face cu capul universal, rotind păpușa fixă cu jumătate din unghiul conului. Rectificarea se face prin treceri longitudinale. După fiecare trecere, discul abraziv este avansat transversal (fig. 4.31, *b*).

3. Rectificarea suprafețelor conice prin rotirea capului de rectificat. Conurile exterioare cu înclinație mare se rectifică între vîrfuri, rotind ghidajele capului de rectificat (fig. 4.31, *c*) în poziția în care ghidajele vor fi paralele cu suprafața de rectificat. Unghiul de rotire al păpușii este egal cu jumătate din unghiul conului. Avansul, în acest caz, se realizează prin deplasarea manuală a capului de rectificat. Avansul în adîncime se obține prin deplasarea longitudinală a mesei spre stînga.

4. Rectificarea suprafețelor conice prin profilarea discului abraziv. Discul abraziv va avea o conicitate identică cu a piesei, lățimea pietrei trebuind să fie mai mare

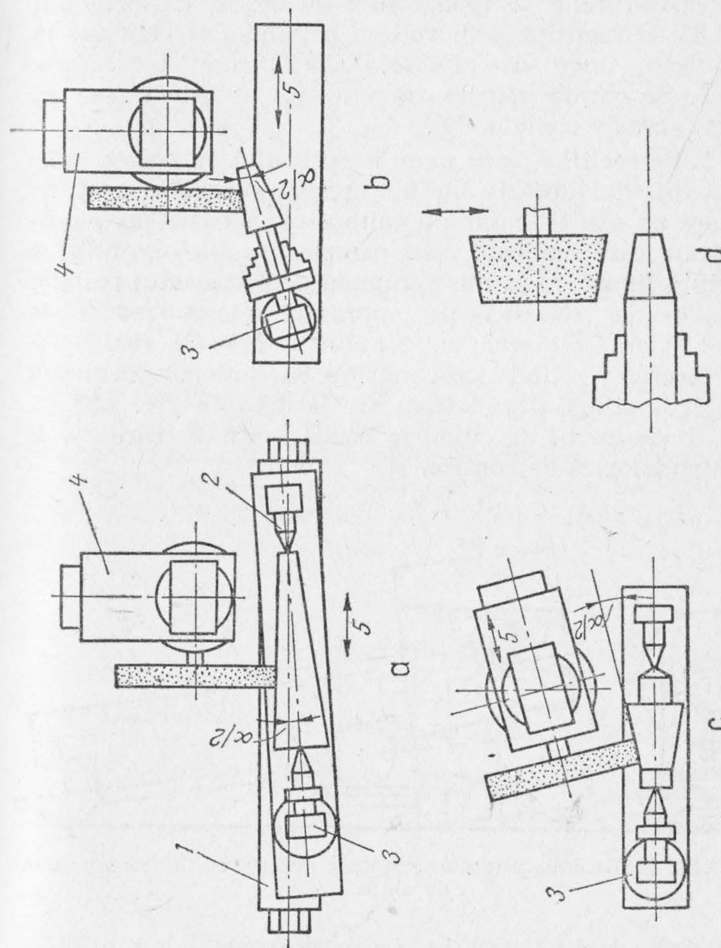


Fig. 4.31. Metode de rectificare a suprafețelor conice:
a — prin rotirea mesei superioare; *b* — prin rotirea păpușii fixe; *c* — prin rotirea capului de rectificat; *d* — prin profilarea discului abraziv; *1* — masă inferioară; *2* — masă superioară; *3* — păpușa fixă; *4* — cap de rectificat; *5* — avans longitudinal.

decît lungimea conului de prelucrat. Avansul, în acest caz, este realizat de capul de rectificat (fig. 4.31, *d*).

4.8.3. **Rectificarea și controlul calibrelor conice.** a) rectificarea calibrelor tampon conice cu coadă. Calibrul din fig. 4.32 se rectifică prin rotirea capului de rectificat la unghiul α, unde $\alpha=14°4'30''$; $D=72$ mm; $l=45$ mm. *Faza 1.* Se curăță găurile de centrare, rectificîndu-se cu un disc abraziv conic la 60°.

Faza 2. Se rectifică baza mare a calibrului cu partea laterală a discului abraziv obținîndu-se o suprafață perpendiculară pe axa de rotație a calibrului. Această perpendicularitate este realizată cînd urmele granulelor abrazive descriu o figură cu forma apropiată de cea a unui poligon stelat ce se observă pe suprafața piesei rectificate (fig. 4.33, c). Obținerea poligonului stelat se realizează prin încercări rotind masa mașinii cu ajutorul șurubului reglabil la stînga (fig. 4.33, *a*) sau la dreapta (fig. 4.33, *b*). *Faza 3.* Se rectifică cilindric coada conului, care va fi baza tehnologică de control.

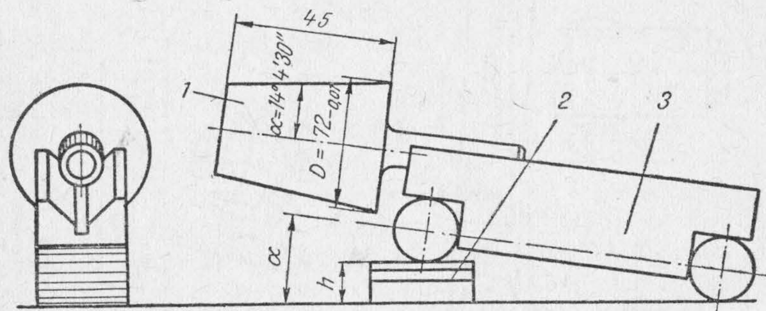


Fig. 4.32. Controlul calibrelor tampon conice cu ajutorul riglei de sinus.

Faza 4. Se înclină capul de rectificat la unghiul $\alpha=14°4'30''$, urmînd rectificarea conului. Conul se controlează cu rigla de sinus cu canal *V* (fig. 4.32). Coada conului se așază în canalul *V*, iar sub cilindrul riglei de sinus

se introduce un pachet de cale corespunzător sinusului α, care se ia din tabele. Diametrul $72_{-0,01}^{\;0}$ care este baza conului mare, se măsoară cu microscopul universal, iar în lipsa acestuia cu pasametrul.

b) Rectificarea tampoanelor conice fără coadă.

Tamponul conic fără coadă (fig. 4.34) se rectifică între vîrfuri.

Pentru antrenare, conul este prevăzut pe ambele părți cu găuri filetate. *Faza 1.* Se rectifică frontal baza mare a conului cu partea laterală a discului abraziv.

Faza 2. Se înclină masa la 3°20′ și se rectifică conul.

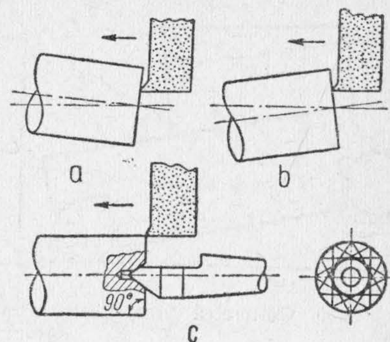


Fig. 4.33. Rectificarea frontală: *a*, *b* — greșit; *c* — corect.

Controlul conicității se face pe rigla sinus cu indicator (4.35). Se înclină rigleta *2* la unghiul aproximativ de 3°20′ și se fixează piesa cu generatoarea lipită de rigletă. Se introduce pachetul de cale sub cilindrul riglei de sinus. Mărimea pachetului de cale va fi egală cu de două ori înclinația $2\alpha=6°40'$, la care corespunde cota de 11,609 mm luată din tabele.

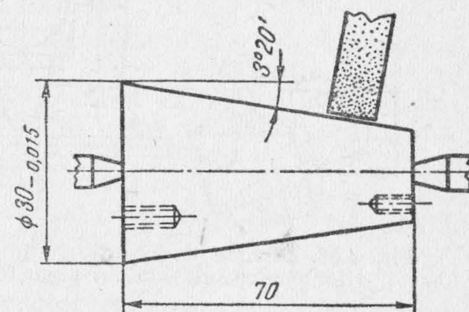


Fig. 4.34. Rectificarea tamponului conic fără coadă.

4.8.4. **Rectificarea interioară a suprafețelor conice.** Rectificarea conicităților interioare se face înclinînd păpușa portpiesă (fig. 4.36) la unghiul corespunzător conicității piesei.

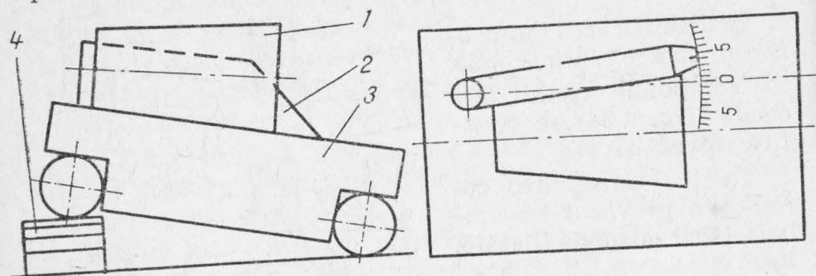


Fig. 4.35. Controlul tamponului conic pe rigla de sinus cu indicator:

1 — piesa conică; *2* — rigletă; *3* — riglă de sinus; *4* — cale plan-paralele.

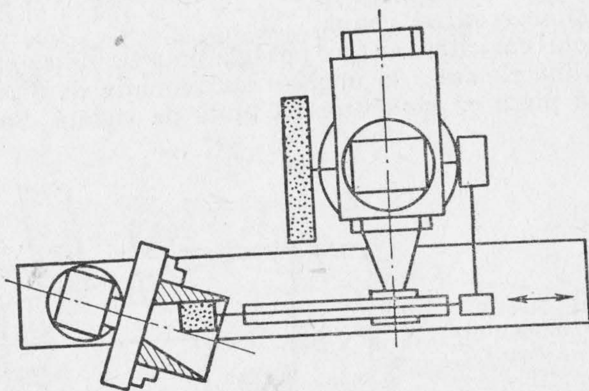


Fig. 4.36. Schema de rectificare interioară a găurilor conice prin rotirea păpușii portpiesă.

Masa va avea o mișcare de dute-vino. Avansul transversal se realizează prin deplasarea capului de rectificat. Reglarea capului de rectificat după gradațiile mașinii nu asigură o precizie suficientă a piesei. De aceea, în timpul lucrului trebuie să se verifice conicitatea găurii, cu ajutorul calibrului tampon conic (fig. 4.37).

Se șterge interiorul găurii conice rectificate, de praful abraziv, și se introduce tamponul conic pe suprafața căruia s-a întins un strat subțire de vopsea (albastru de Prusia). Se rotește puțin tamponul în gaură, apoi se

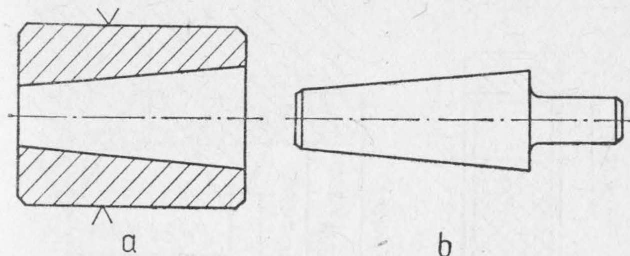


Fig. 4.37. Calibre conice:

a — calibru inel conic; *b* — contracalibru conic.

scoate, pentru a se cerceta pelicula de vopsea. Dacă vopseaua s-a șters uniform, gaura conică este corectă. În caz contrar se va regla păpușa pînă cînd se obține conicitatea corectă.

4.9. RODAREA CALIBRELOR INEL PENTRU FILETE

Metoda de execuție prin rodare este mai complicată decît rectificarea și cere o foarte amănunțită pregătire tehnologică. Materialul din care se execută inelele trebuie să fie foarte stabile și să nu se deformeze la tratamentul termic.

Filetul se execută prin strunjire cu cuțitul, iar finisarea se face cu un tarod al cărui filet este rectificat și are diametrele mai mici cu 0,15—0,20 mm.

După călire se face rodarea flancurilor la mașini de rodat, care permit inversarea sensului de rotație. În lipsa acestora se poate roda filetul și pe strung. Rodarea se execută cu dornuri filetate din fontă și cu pastă de rodat.

Pentru a realiza o precizie suficient de mare a inelului de filet, filetul dornului se rectifică, iar pentru a avea elasticitate, dornurile sînt prevăzute cu trei canale longitudinale, dispuse la 120°.

În continuare se redă tehnologia de execuţie a unui calibru inel pentru filet M16, cu pas normal (fig. 4.38) executat prin rodare, clasa de precizie medie, calibru T (trece).

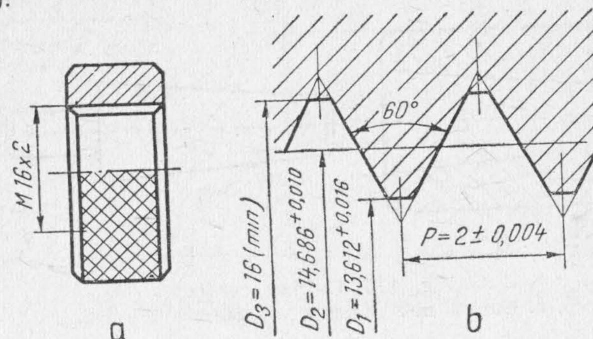


Fig. 4.38. Calibru inel de filet:
a — calibru de filet metric normal, clasa de precizie mijlocie; *b* — dimensiunile filetului calibrului *T*, STAS 5058-64.

Materialul din care se execută inelul de filet este oţel aliat crom-nichel, avînd o mare stabilitate la deformaţii. Se folosesc fie oţeluri aliate de cementare, fie oţeluri aliate de scule.

Filetul calibrului inel se controlează cu ajutorul contracalibrului (fig. 4.39).

Tarodul cu care se face calibrarea filetului inelului are dimensiunile mai mici, încît să rămînă pe flancuri un adaos de rodare de circa 0,05 mm, necesar pentru a corecta micile deformaţii apărute la tratamentul termic.

Adaosul nu este constant, ci se lasă în funcţie de diametrul filetului, de pas şi în special, de materialul întrebuinţat la execuţia inelului. Dacă adaosul pe flancul filetului este de 0,05 mm, micşorarea pe rază a tarodului va fi

$$X=\frac{0.05}{\sin 30°}=\frac{0,05}{0,5}=0,1 \text{ mm.}$$

Pe diametru micşorarea va fi dublă, adică de 0,2 mm. Dimensiunile filetului tarodului, micşorate cu 0,2 mm sînt cele din fig. 4.40.

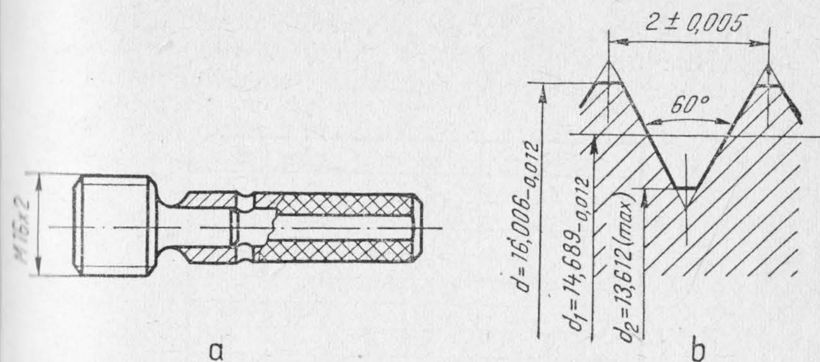


Fig. 4.39. Contracalibru de filet:
a — contracalibru de filet metric normal; *b* — dimensiunile filetului contracalibrului *T*, STAS 5058-64.

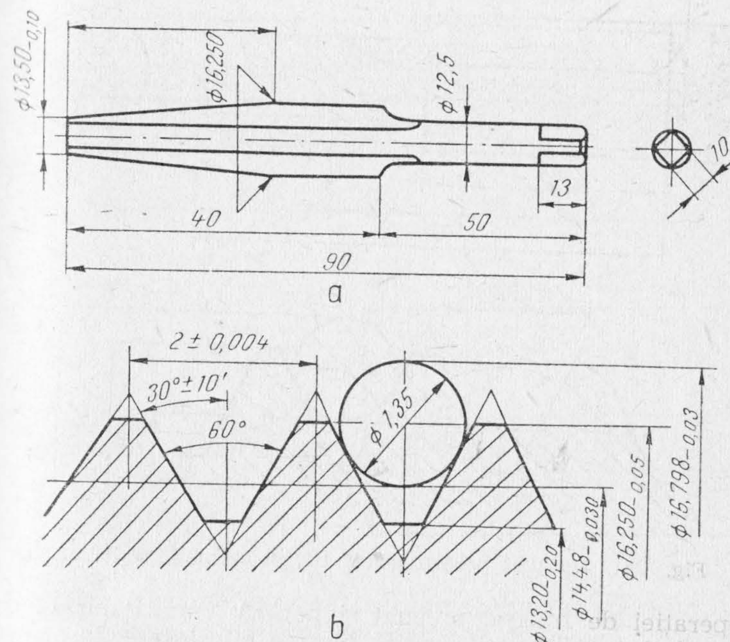


Fig. 4.40. Tarod pentru filetarea inelelor:
a — tarod pentru calibrarea filetului de la inel în vederea rodării; *b* — dimensiunile filetului tarodului.

După tratamentul termic al inelului urmează rodarea flancurilor filetului cu dornuri din fontă filetate și elastice cu scopul de a compensa uzura flancurilor în timpul

Nr	$d_2-0,019$	$D_S-0,019$	$d_1-0,035$	Buc
1	14,46	16,778	16,00	1
2	14,50	16,818	16,00	1
3	14,54	16,858	16,10	1
4	14,58	16,898	16,10	1
5	14,61	16,928	16,150	1
6	14,64	16,958	16,158	2
7	14,66	16,978	16,200	2
8	14,66	16,978	16,150	2

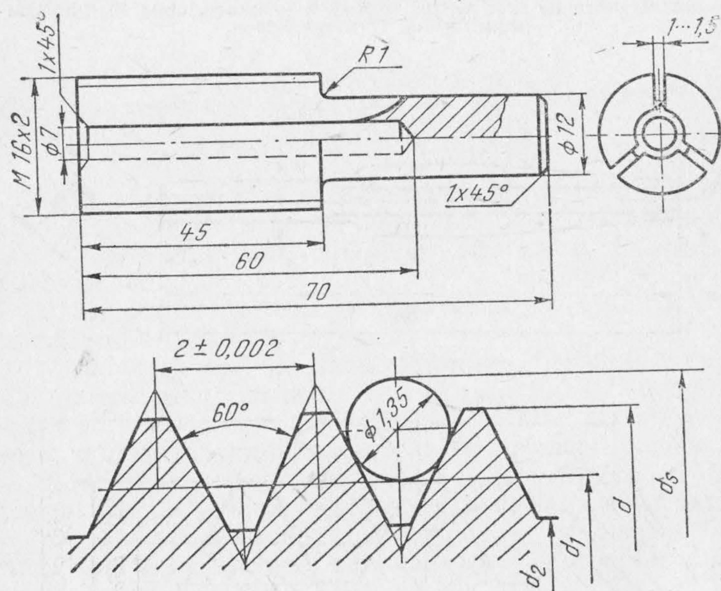


Fig. 4.41. Dornuri pentru rodat filetul inelului pe flancuri.

operației de rodare, precum și pentru a mări durata de întrebuințare. Pentru același filet se folosește o garnitură de 6—8 dornuri, cu dimensiuni diferite. Dornul nr. 1 este în așa fel dimensionat, încît să poată fi introdus în calibrul inel de filet după strunjire, iar dornul ultim va avea dimensiunile ceva mai mici decît dimensiunile finite ale calibrului inel de filet. Diferența de diametru mediu la diversele dornuri din garnitura se repartizează în așa fel, încît primele să rodeze o cantitate mai mare din adaus, iar ultimele, din ce în ce mai puțin. În felul acesta, uzura ultimului dorn este mai mică, păstrîndu-și cît mai mult timp dimensiunile și, în special, profilul (fig. 4.41).

Din figură se observă că dornurile nr. 7 și nr. 8 au același diametru mediu, iar ultimul are diametrul exterior ceva mai mic pentru a nu se uza la vîrf și pentru a asigura o formă corectă a profilului la fundul filetului.

Pentru rodarea diametrului interior al inelului se folosesc dornuri lise (fig. 4.42).

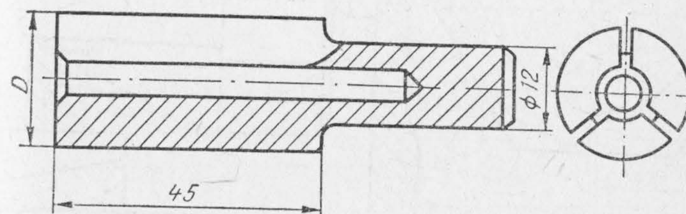


Fig. 4.42. Dornuri lise pentru rodat diametrul interior al filetului inelului.

Nr	$D-0,019$	Buc
1	13,50	1
2	13,56	1
3	13,59	2

De obicei se execută trei dimensiuni de dornuri, conform tabelului. Dornul de fontă cu diametrul mic degroșează vîrful filetului, iar ultimul îl finisează. Pentru finisare se prevăd două dornuri elastice.

4.10. RECTIFICAREA PIESELOR CU CANELURI

Prelucrarea prin rectificare a pieselor cu caneluri. Divizarea se face cu ajutorul unei prisme iar fixarea piesei se face între vîrfuri.

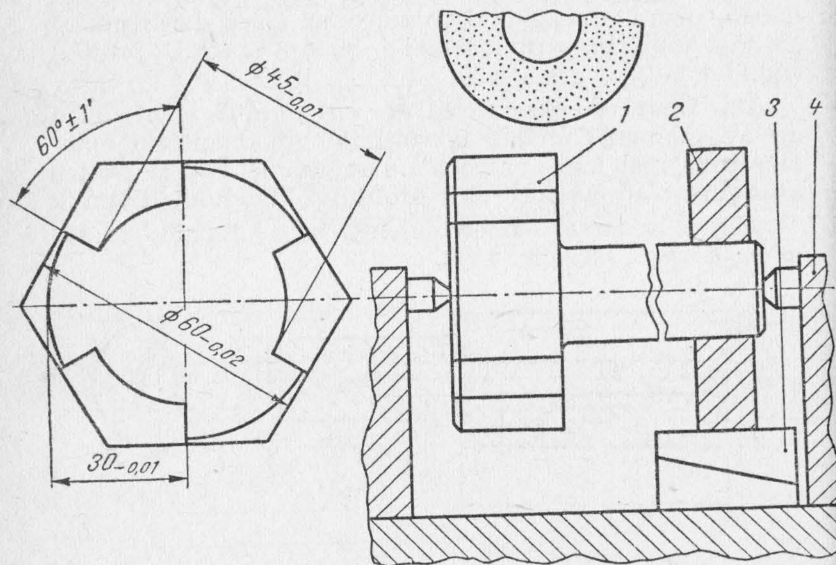


Fig. 4.43. Rectificarea unui calibru cu caneluri:
1 — calibru; 2 — prismă de divizare; 3 — cală reglabilă; 4 — dispozitiv cu vîrfuri.

În fig. 4.43 este prezentată o piesă cu trei caneluri, a cărei rectificare se face cu periferia discului abraziv. La execuţie trebuie asigurată poziţia corectă a canelurilor şi a golurilor. Semifabricatul rectificat în prealabil la diametrul de $60_{-0,02}^{\;0}$ la maşina de rectificat exterior, se montează pe prisma de divizare şi se fixează în dispozitivul cu vîrfuri.

Diametrul de $45_{-0,01}^{\;0}$ se rectifică cu periferia discului abraziv, iar feţele canelurilor cu suprafaţa laterală a discului, prin treceri longitudinale. Cota de $30_{-0,01}^{\;0}$ se controlează faţă de centrul de rotaţie a dispozitivului cu

cale plan-paralele pe placa de control folosind comparatorul.

Prin această metodă se rectifică broşele pentru butucii canelaţi cu orice număr de diviziuni. Fixarea prismei divizoare (fig. 4.44) într-o anumită poziţie se face cu o cală reglabilă, pentru a nu permite rotirea piesei.

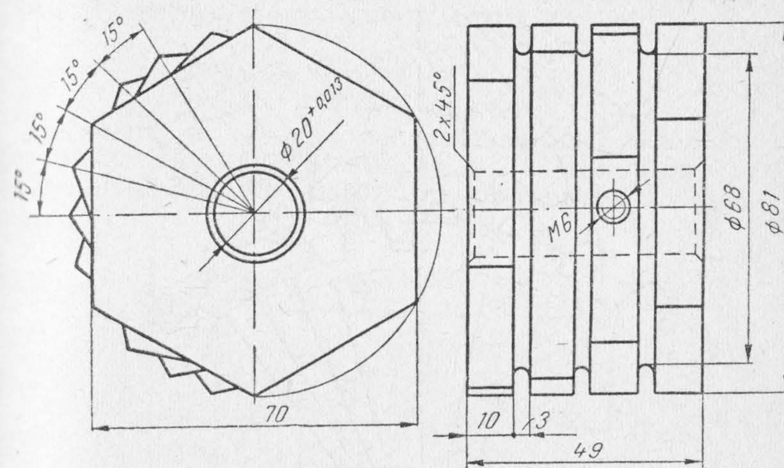


Fig. 4.44. Prismă divizoare cu 24 de laturi.

4.11. ELEMENTELE GEOMETRICE ALE ROŢILOR DINŢATE

Roţile dinţate sînt organe de maşini care servesc la transmiterea şi transformarea mişcării de rotaţie între doi arbori aşezaţi în spaţiu.

Pentru ca roţile dinţate să se poată prelucra pe maşinile unelte, în prealabil, e necesar determinarea elementelor geometrice (fig. 4.45) conform STAS 915-60.

4.11.1. **Elementele principale la angrenaje cilindrice conform STAS 6522-62.** Acestea sînt:

— cercul exterior, cu diametrul D_e este cercul care mărgineşte dinţii roţii în exterior;

— cercul de divizare, cu diametrul D_d poartă această denumire deoarece pe acest cerc se face divizarea într-un număr de părţi egale cu numărul de dinţi ai roţii;

— cercul interior, cu diametrul D_i, este cercul care mărgineşte fundul golurilor dintre dinţii unei roţi;

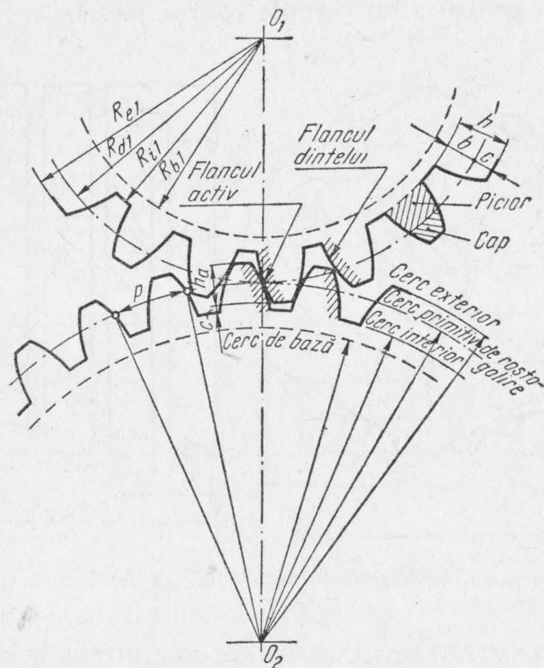


Fig. 4.45. Elementele unui angrenaj.

— linia centrelor este dreapta care uneşte axele a două roţi dinţate în angrenare;

— pasul (pasul circular), care se notează cu p reprezentînd lungimea arcului de pe cercul de rostogolire care cuprinde un dinte şi un gol. Mărimea pasului se poate calcula în funcţie de diametrul cercului de divizare D_d şi de numărul de dinţi z cu relaţia:

$$p=\frac{\pi D_d}{z}\ [\text{mm}];$$

— modulul este o mărime caracteristică a roţii dinţate (respectiv a angrenajului) şi rezultă ca raportul dintre diametrul de divizare D_d şi numărul de dinţi z ai roţii dinţate:

$$m=\frac{D_d}{z}\ [\text{mm}],\quad \text{deci}\ D_d=m\cdot z\ \ [\text{mm}].$$

Din relaţiile date mai înainte rezultă că modulul mai poate fi exprimat şi prin raportul dintre p şi π:

$$m=\frac{p}{\pi}\ [\text{mm}].$$

La dimensionarea unui angrenaj, mărimea modulului rezultă din calculul de rezistenţă şi de funcţionare a angrenajului respectiv. Raportul de transmitere al angrenajului, adică raportul dintre turaţia n_2 a roţii conduse şi turaţia n_1 a roţii conducătoare este dată de relaţia:

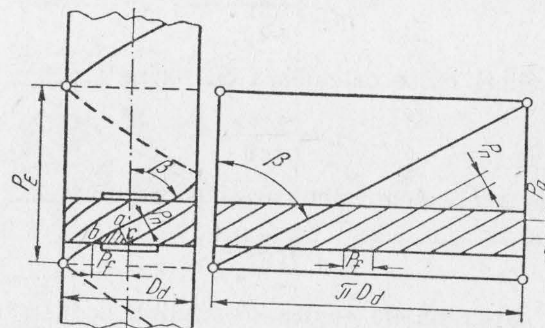


Fig. 4.46. Elementele geometrice ale unei roţi dinţate cilindrice cu dinţi drepţi înclinaţi, cu dantură zero.

$$i_{1,2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{z_1}{z_2}.$$

4.11.2. **Elementele angrenajelor cilindrice cu dinţi înclinaţi.** La acestea intervin noi elemente, ca: pas normal, pas aparent, modul normal, modul aparent, înclinarea β a elicei (fig. 4.46).

Pasul normal p_n, se măsoară perpendicular pe direcția dintelui.

Pasul aparent, p_a, se măsoară pe fața frontală a roții dințate (într-un plan perpendicular pe axa roții) și se calculează cu formula:

$$p_a = \frac{p_n}{\cos\beta} = \frac{D_d}{z \cdot \cos\beta}$$

unde cos β este cosinusul unghiului de înclinare a elicei.

Modulul normal este același pentru roțile unui angrenaj elicoidal, pe cînd modulul aparent variază pentru fiecare roată dințată în funcție de valorile unghiului β_1 și β_2.

Modulul axial, care se notează cu m_a este raportul dintre modulul normal și cosinusul unghiului β.

$$m_a = \frac{m_n}{\cos\beta}.$$

Pasul elicei P_e se calculează cu formula:

$$P_e = \frac{\pi \cdot D_d}{\operatorname{tg}\beta}.$$

Înclinarea elicei se calculează cu formula:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\pi D_d}{P_e}.$$

4.11.3. **Angrenajele conice.** Se utilizează la transmiterea mișcării de rotație între doi arbori concurenți.

În funcție de felul danturii, angrenajele conice sînt:

— cu dinți drepți;
— cu dinți înclinați;
— cu dinți curbi.

În funcție de poziția axelor, angrenajele conice pot fi:

— angrenaj conic obișnuit, la care axele se intersectează sub un anumit unghi;
— angrenaj conic hiperboloidal (angrenaj hipoid) cu dinți curbi la care axele nu se întîlnesc.

Roțile conice se calculează cu relații asemănătoare roților dințate cu dinți drepți, cu deosebirea că diametrele de rostogolire interior și exterior, modulul și pasul sînt variabile pe aceeași generatoare.

În cazul roților conice cu dinți drepți și axele perpendiculare (fig. 4.47) relațiile de calcul pentru stabilirea parametrilor de bază sînt:

— diametrul de divizare: $D_{d1} = m \cdot z_1$;
— diametrul de vîrf $D_{e1} = D_{d1} + 2a$;
— înălțimea capului: $a = m$;
— înălțimea piciorului: $b = 1{,}25 \cdot m$;
— înălțimea dintelui: $h = 2{,}25 \cdot m$;
— generatoarea conului: $R_{oe} = \frac{D_{d1}}{2 \sin \delta_1}$;
— înălțimea conului: $A_1 = R_{d2} - m \cdot \sin \delta_2$.

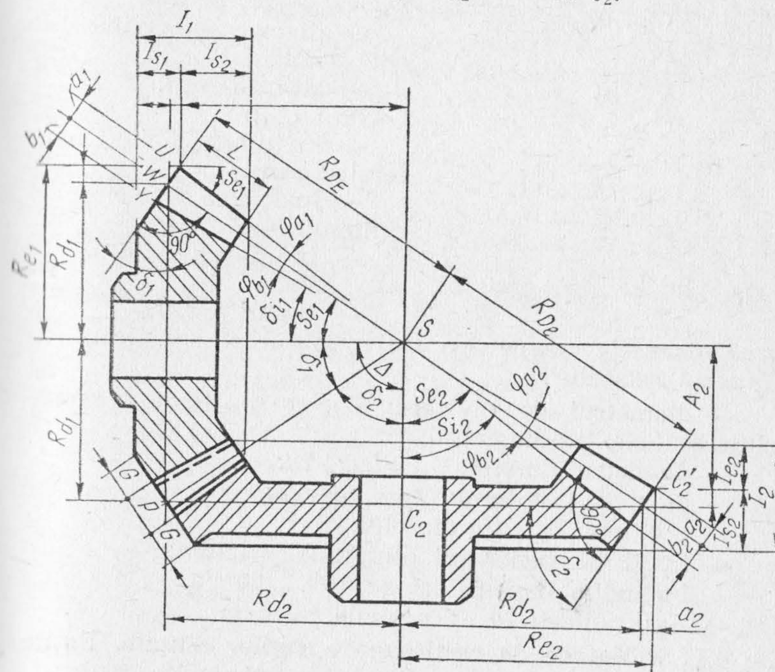


Fig. 4.47. Elementele geometrice ale roților conice cu dinți drepți, cu dantură zero și cu axe perpendiculare.

4.11.4. **Angrenajul melc-roată melcată.** Acest tip de angrenaj este utilizat la transmiterea mișcării între doi arbori perpendiculari (fig. 4.48).

Filetul melcului este un filet trapezoidal cu flancurile înclinate simetric. La melc, ca și la roțile cu dinți înclinați, se deosebesc pasul danturii și pasul elicei.

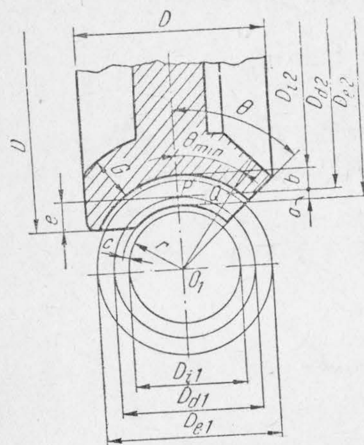


Fig. 4.48. Angrenaj melcat.

Elementele geometrice ale roții melcate se calculează cu relațiile:

— diametrul de divizare: $D_{d2}=m \cdot z$;

— diametrul de vîrf: $D_{e2}=D_{d2}+2a$;

— Diametrul de fund: $D_{i2}=D_{d2}-2b$;

— diametrul maxim: $D=D_{d2}+2e$;

— lățimea roții: $L \leqslant 0,75\ D_{e1}$;

— înălțimea capului dintelui: $a=m$;

— înălțimea piciorului dintelui: $b=1,25m$;

— înălțimea dintelui: $h=2,25m$;

— pasul: $p=\pi m$.

Elementele geometrice ale melcului se calculează cu ajutorul relațiilor:

— diametrul de divizare: $D_{d1}=q \cdot m_a$, unde q reprezintă coeficientul diametral;

— diametrul de vîrf: $D_{e1}=D_{d1}+2a$;

— diametrul de fund: $D_{i1}=D_{d1}-2b$;

— înălțimea capului dintelui: $a=b$;

— înălțimea piciorului dintelui: $b=1,25m$;

— înclinația flancurilor: $\alpha=15° \ldots 20°$;

— pasul elicei: $P=K \cdot p$, unde $p=\pi \cdot m$.

4.11.5. **Metode de rectificare a roților dințate.** Roțile dințate folosite în construcția de mașini-unelte, motoare, mașini de transport etc. trebuie tratate termic, fapt pentru care dinții suferă deformări mari, care nu pot fi eliminate decît prin rectificare.

Metodele de rectificare sînt asemănătoare celor folosite la dantura propriu-zisă.

În funcție de domeniul de utilizare, mașinile de rectificat dantura se clasifică în:

— mașini de rectificat dantura roților dințate cilindrice;

— mașini de rectificat dantură conică.

În funcție de principiul de lucru, mașinile de rectificat dantură se pot grupa în:

— mașini de rectificat dantură prin copiere, cu discuri abrazive profilate;

— mașini de rectificat dantură prin rostogolire.

Mașinile de rectificat dantură prin copiere au o cinematică simplă, iar principiul de prelucrare este asemănător cu frezarea danturii cu freze disc modul. Profilul secțiunii părții active a discului abraziv este identic cu profilul golului dintre doi dinți (fig. 4.49, *a*) și se obține cu ajutorul dispozitivului de profilat. Scula execută mișcarea principală de așchiere, iar mișcările de avans pot fi executate atît de sculă cît și de piesă și anume: mișcarea de avans longitudinal în lungul dinților și avansul de pătrundere (radial) pentru obținerea grosimii dinților. Avansul longitudinal este mișcarea rectilinie alternativă, iar avansul de pătrundere, mișcarea intermitentă, are loc după o rotație completă a piesei. Tot bazate pe acest principiu se mai folosesc și alte metode, cînd discul prelucrează numai un singur flanc al golului (fig. 4.49, *b*) la o cursă dublă, iar la următoarea cursă dublă celălalt flanc. Pentru a se obține mai ușor grosimea dorită a dintelui se folosesc pentru rectificare două discuri (fig. 4.49, *c*).

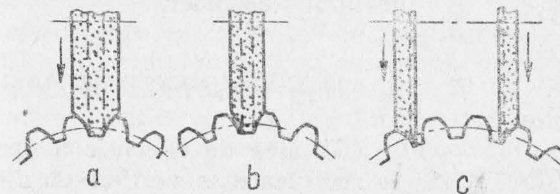


Fig. 4.49. Metode de rectificare ale roților dințate.

Mașinile de rectificat dantură pe principiul rostogolirii (rulării) se deosebesc constructiv prin forma sculei și prin componența ciclului de lucru al mașinii. Profilul secțiunii radiale a sculei abrazive materializează un dinte al cremalierei de referință pe care rulează piesa (fig. 4,50, *a*). Scula se numește disc dublu conic și este utilizată la mașini de fabricație Niles. La o altă grupă de mașini, cele două flancuri ale aceluiași dinte sau la dinți diferiți ai cremalierei de referință sînt materializate de două discuri denumite discuri plane (discuri taler). Pozițiile posibile ale sculelor față de piesă se pot urmări în fig. 4.50, *d*, *b* și *c*. Acest principiu este folosit la mașinile de fabricație Elvețiană MAAG.

La mașinile amintite mai înainte divizarea este discontinuă. Tipul de mașini care funcționează cu divizare continuă sînt mașinile care folosesc ca sculă un melc abraziv (fig. 4.50, *e*) de tipul Reishauer.

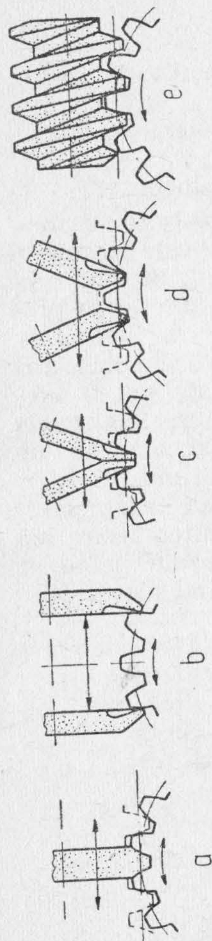


Fig. 4.50. Metode de rectificare a danturii

4.12. INSTRUMENTE DE MĂSURĂ

Calitatea de execuție a operației de rectificare se verifică cu ajutorul unor instrumente și aparate de măsură de înaltă precizie, deoarece precizia rectificării este de ordinul micronilor. Se știe că oricare ar fi precizia instrumentului sau calitatea operației de rectificare, dacă se execută mai multe măsurări, se constată valori diferite, fie din cauza imperfecțiunii instrumentului, fie a aprecierii subiective a persoanei care execută măsurarea, fie a modificării condițiilor exterioare, de exemplu temperatura.

Prin urmare, prin măsurare nu se obține valoarea efectivă a dimensiunilor, ci o valoare mai mult sau mai puțin apropiată de acestea. Diferența dintre valoarea efectivă și valoarea obținută prin măsurare se numește eroare de măsurare.

Din motivele arătate, eroarea de măsurare poate fi permanentă (sistematică) atunci cînd este cauzată de instrument sau personală (subiectivă), cînd e cauzată de persoana care a executat măsurarea.

Instrumentele și aparatele de măsură, folosite la controlul operațiilor de rectificare, se pot clasifica în:

a) instrumente reglabile de măsurat (micrometre de exterior, de interior și de adîncime);

b) instrumente de măsurat limitative (cale plan-paralele și calibre dorn);

c) instrumente pentru măsurarea unghiurilor (raportorul optic, riglă de sinus și cale unghiulare);

d) instrumente pentru măsurarea planității (placa de control și rigla cuțit);

e) instrumente pentru măsurarea perpendicularității (echerul de 90° și cilindrul de control);

f) instrumente și aparate de măsurat prin palpare (comparatorul, comparatorul cu arc spiral, micrometrul cu comparator, pasametrul și ortotestul);

g) aparate optice de măsurat (optimetrul, microscopul de atelier, microscopul universal și proiectorul).

4.12.1. **Instrumente de măsurat reglabile. Micrometrul de exterior.** El este folosit pentru măsurarea cu o precizie de 0,01 mm a lungimilor, grosimilor și a diametrelor exterioare (fig. 4.51).

Părțile sale principale sînt: potcoava *1*, nicovala *2*, tubul cilindric *3* gradat în mm și în jumătăți de milimetri, șurubul micrometric *5*, tamburul *6*, dispozitivul de strîngere *4* și dispozitivul de fixare *7*.

La o rotație completă a tamburului, șurubul micrometric se deplasează cu o lungime egală cu pasul său. De

obicei pasul şurubului micrometric este de 0,5 mm. În acest caz, o diviziune pe tambur corespunde cu:

$$\frac{0,5}{50}=0,01 \text{ mm.}$$

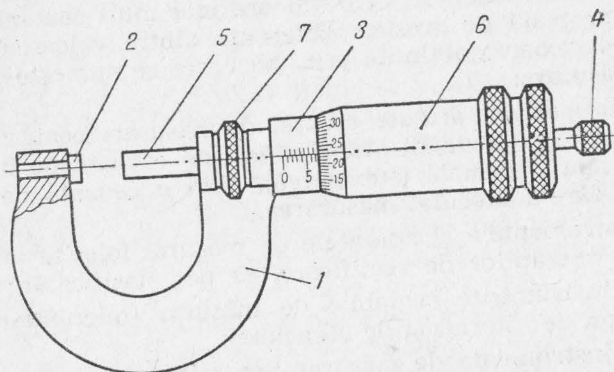


Fig. 4.51. Micrometru de exterior:
1 — potcoavă; 2 — nicovală; 3 — tub cilindric; 4 — şurub de presiune; 5 — tijă de măsurat; 6 — tambur gradat; 7 — dispozitiv de blocare.

Cînd suprafeţele de lucru ale micrometrului sînt în contact strîns, diviziunea zero de pe tambur trebuie să coincidă cu linia longitudinală divizată de pe tubul cilindric 3, şi în acelaşi timp să coincidă cu diviziunea zero a scării trasate pe tub.

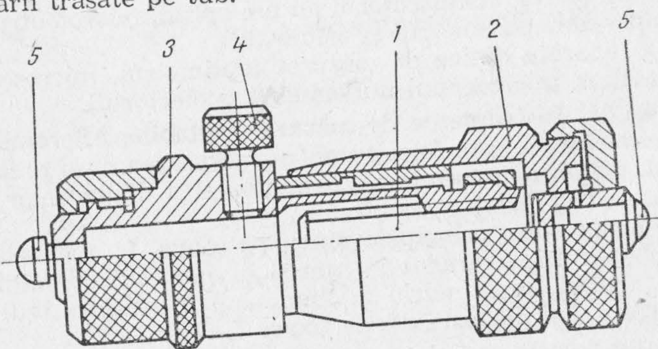


Fig. 4.52. Micrometrul de interior.

Micrometrul de interior. Se utilizează la măsurarea diametrelor alezajelor cu precizia de 0,01 mm. Un micrometru de interior (fig. 4.52) se compune din: şurubul micrometric *1*, tamburul gradat *3*, şurubul de fixare *4* şi două tampoane cu capete sferice 5.

Micrometrul de interior se introduce în alezaj şi se reglează, pînă cînd ambele tampoane, cu capul semisferic, vin în contact cu suprafaţa alezajului.

Micrometrul de adîncime (fig. 4.53). Este un instrument de control de construcţie asemănătoare cu celelalte tipuri de micrometre, cu deosebirea că se foloseşte pentru măsurarea adîncimilor şi înălţimilor.

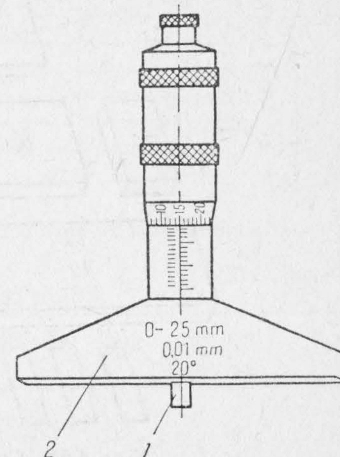


Fig. 4.53. Micrometrul de adîncime.

Micrometrul de adîncime este alcătuit dintr-o parte mobilă *1* şi dintr-o talpă fixă *2*, prevăzută cu un linial de sprijin. Limita superioară de măsurare este de 25 mm. Există însă micrometre de adîncime, cu tije prelungitoare, care lărgesc domeniul de utilizare.

4.12.2. **Instrumente de măsurat cu dimensiuni fixe.** În această categorie de instrumente de măsurat, mult mai precise, intră:

— calele etalon plan-paralele;

— calibrele cilindrice.

Calele plan-paralele cu feţele plan paralele (fig. 4.54) sînt prisme confecţionate din oţel special, întrucît variaţia dimensiunilor calelor etalon în timp de 12 luni nu trebuie să de păşească $\pm 1,5 \ldots 3$ µm pe lungimea de 1 m.

Forma lor este de obicei paralelipipedică, avînd două cîte două suprafeţe opuse perfect plane şi riguros paralele, fiind obţinute printr-o rectificare fină, urmată de o lepuire.

Suprafețele de lucru ale calelor trebuie să fie foarte rezistente la uzură și să aibe o duritate de cel puțin 62 *HRC*.

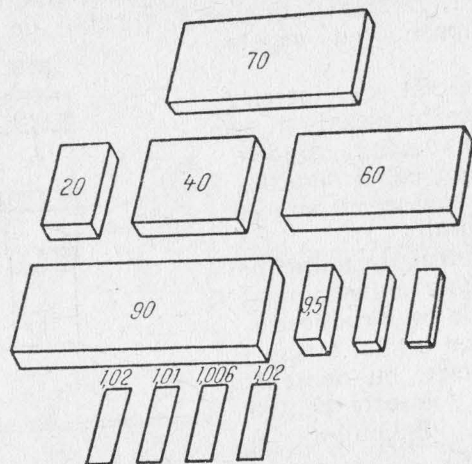


Fig. 4.54. Cale plan-paralele.

La calele pînă la 5,5 mm, dimensiunea nominală se gravează pe suprafața de lucru, iar la cele mai mari decît 5,5 mm, pe suprafața laterală cu care nu se lucrează.

Suprafețele de măsurare a calelor trebuie să aibe un înalt grad de netezime, pentru ca ele să adere strîns una de alta, atunci cînd se așază sau se deplasează o cală peste alta.

Calele plan paralele sînt pînă în prezent cele mai precise instrumente mecanice de măsurare, constituind baza controlului și reglării tuturor verificatoarelor și instrumentelor de măsurat.

Abaterile admisibile ale paralelismului de la valoarea nominală rezultă din diagrama din fig. 4.55.

Calele plan paralele se livrează în seturi, păstrate în casete speciale. Cele mai folosite seturi sînt cele cu 47; 82; 92 și 103 cale.

Setul compus din 82 cale plan-paralele și setul compus din 103 cale cuprind dimensiunile și numărul de bucăți date în tabelul 4.8.

Calele sînt în așa fel grupate în seturi încît cu un număr mic, se pot obține o serie de combinații de dimensiuni.

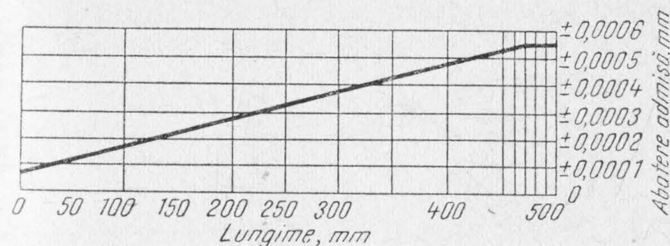


Fig. 4.55. Abateri admisibile ale calelor plan-paralele.

Tabelul 4.8

Trusă de cale 82 bucăți

Creșterea mm	Dimensiunea nominală mm	Număr de bucăți
0,001	1,001; 1,002.......1,009	9
0,01	1,01; 1,02 7,49	49
0,1	1,6; 1,7...........1,9	4
0,5	0,5; 1; 1,5........10	20
Total		82

Truse de cale 108 bucăți

Creșterea mm	Dimensiunea nominală mm	Număr de bucăți
0,005	1,005	1
0,01	1,01; 1,02.........1,49	49
0,5	0,50; 1,00...... 24,50	49
25	25: 50; 75; 100	4
Total		103

De exemplu: Cota 11,684 mm se formează cu calele:

$$1{,}004+1{,}18+9{,}50=11{,}684,$$

iar cota de 89,725 mm cu calele:

$$1{,}005+1{,}22+12{,}50+75=89{,}725.$$

Pentru folosirea judicioasă a calelor, ele se livrează cu dispozitive accesorii care evită uzura prematură a lor (fig. 4.56).

Fiecare set de cale este prevăzut cu cale de protecție, care aderă la capătul pachetului. Astfel, seriile cu dimensiuni pînă la 100 mm au două cale de protecție de 0,5 și două de 1 mm.

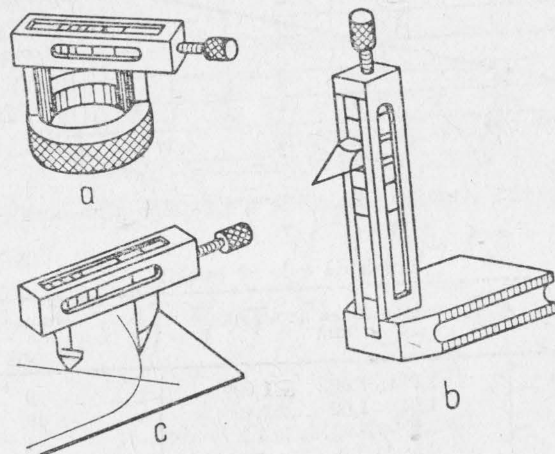


Fig. 4.56. Dispozitive pentru măsurat cu cale: *a* — dispozitiv cu cale pentru măsurat cu găuri; *b* — dispozitiv cu cale pentru trasat; *c* — dispozitiv cu cale pentru trasat arce.

Calibre cilindrice. Corpul acestor calibre are forma cilindrică, rectificată la o precizie de ordinul a 2 µm.

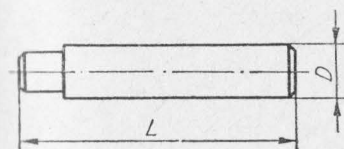
Dornurile cilindrice se folosesc în garnituri cu dimensiunile cuprinse între 1,5 și 10 mm cu o creștere de 0,01 mm (fig. 4.57). Ele se execută din oțel carbon de scule sau din oțel de cementare la duritatea de 62—64 *HRC*. Sînt rectificate cu o înaltă precizie pe mașina de rectificat exterior și se folosesc pentru măsurarea diametrului alezajelor, precum și pentru măsurarea distanțelor dintre ele.

Măsurarea diametrului unui alezaj se face prin introducerea calibrului sub acțiunea greutății proprii.

În cazul cînd diametrul alezajului depășește diametrul calibrului cilindric, controlul se face cu ajutorul a două calibre (fig. 4.58).

Din garnitură se caută două calibre care se introduc împreună în alezaj. Diametrul alezajului va fi egal cu suma celor două diametre ale calibrelor, adică: $D=d_1+d_2$.

4.12.3. **Instrumente pentru măsurarea unghiurilor.** Pentru măsurarea dimensiunilor unghiulare exterioare



D_n	D execuție	L
2,00	$2{,}003^{0}_{-0{,}002}$	50
2,01	$2{,}013^{0}_{-0{,}002}$	50
2,02	$2{,}023^{0}_{-0{,}002}$	50
2,03	$2{,}033^{0}_{-0{,}002}$	50

Fig. 4.57. Calibre dorn.

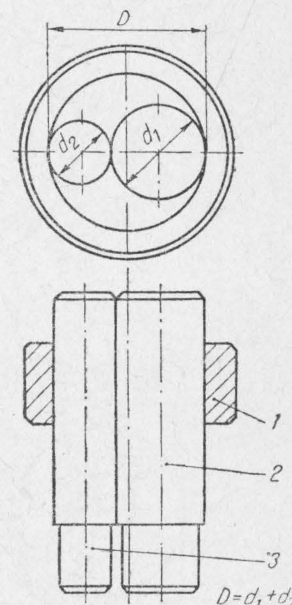


Fig. 4.58. Controlul găurilor cu două calibre dorn:
1 — inel de controlat; 2, 3 — calibru dorn.

și interioare se folosesc raportoarele, calele unghiulare și rigla de sinus.

Raportoarele care se folosesc la măsurarea unghiurilor sînt de două tipuri: universale și optice.

Raportul optic (fig. 4.59) este compus dintr-un corp *1*, în care este fixat un reticul disc din sticlă *2*, cu diviziuni în grade și în minute. Valoarea diviziunilor mici este de 5 minute.

Rigla principală *3*, este fixată rigid de corpul *1*. Pe discul *5* se găsește o lupă, pîrghia *6* și rigla *4*. Sub lupă, paralel cu reticulul de pe discul de sticlă, se află o lamă

mică de sticlă pe care este gravat un vernier, vizibil prin ocularul lupei. Rigla 4 se poate deplasa în direcție longitudinală și fixa cu ajutorul mînerului 6, în funcție de unghiul de verificat format de muchiile de lucru ale riglelor 4 și 3. După ce rigla 4 este imobilizată cu ajutorul

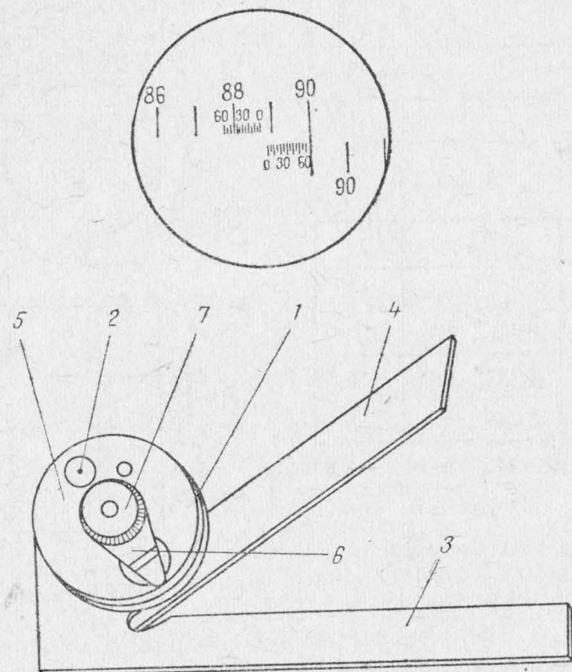


Fig. 4.59. Raportorul optic:

1 — capul raportorului; 2 — lupă cu reticul disc; 3 — rigla principală; 4 — riglă; 5 — disc; 6 — mîner; 7 — rotiță de strîngere.

rotiței de strîngere 7, se citesc indicațiile raportorului, observîndu-se prin lupă poziția vernierului pe scara discului.

Cale unghiulare. Calele unghiulare sînt plăci plan-paralele din oțel tratat termic, avînd forma unor prisme triunghiulare, cu un singur unghi activ (α_1) (fig. 4.60, *a*) sau cu patru unghiuri active (fig. 4.60, *b*).

Grosimea plăcilor este 5 mm și lungimea suprafețelor de măsurare de 70 mm. Suprafețele laterale ale unghiurilor active sînt prelucrate prin lepuire.

Pentru măsurare, calele unghiulare se asamblează în blocuri de două pînă la trei bucăți, iar pentru manipulare

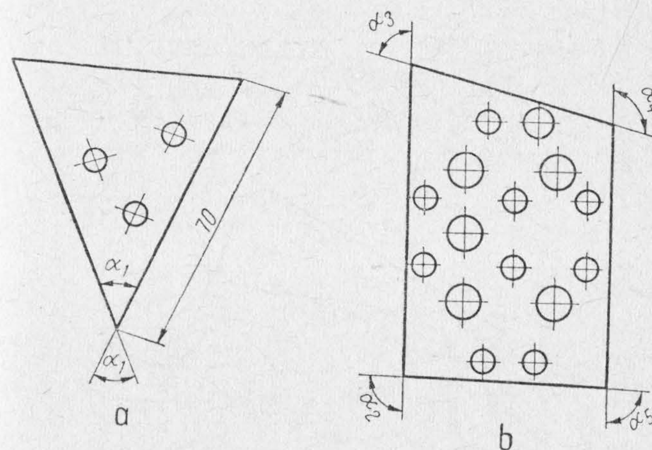


Fig. 4.60. Cale unghiulare:

a — cale cu un singur unghi activ; *2* — cale cu patru unghiuri active.

sînt prevăzute cu găuri pentru cepuri conice și șuruburi de prindere pe suporturi speciale (fig. 4.61, *a*, *b*, *c*).

Pentru unghiurile ascuțite se folosesc cale simple sau subansambluri de 2—3 cale, iar pentru unghiurile obtuze se folosește o latură a calei unghiulare și muchia activă a riglei de trasat.

Verificarea unghiurilor cu ajutorul calelor unghiulare se face prin metoda fantei de lumină, erorile fiind de 5 pînă la 20 secunde.

Rigla de sinus: pentru așezarea pieselor ce se rectifică (în formă de pană) și pentru controlul lor, se folosește rigla de sinus (fig. 4.62, *a*).

Ea este formată dintr-o bară de oțel cu toate fețele plane rectificate cu precizie, pe care sînt fixate rigid două

role cilindrice, cu diametrul egal, la o distanță între centre de 100 mm riguros respectată. Dacă se așază rigla ca în fig. 4.62, *b*, determinînd înălțimea *h* cu ajutorul unui pachet de cale plan-paralele, se poate determina unghiul α.

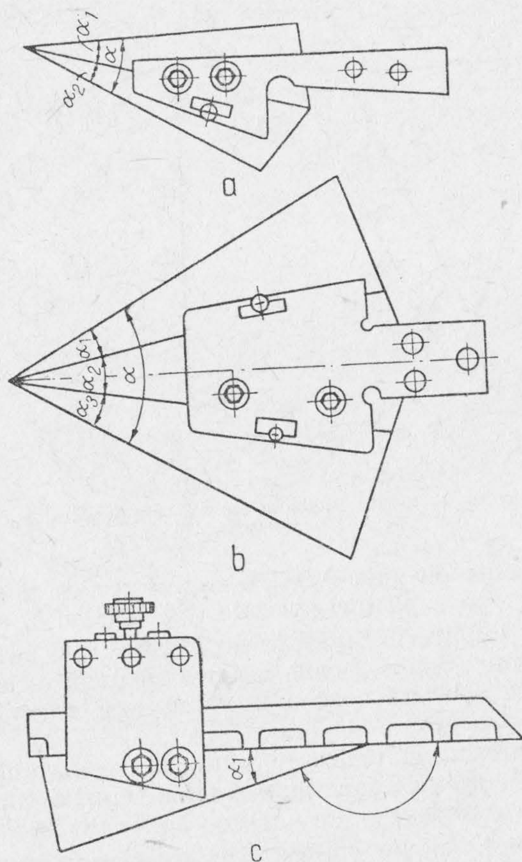


Fig. 4.61. Montarea calelor în suport pentru diferite unghiuri:

a — formarea unghiului din două cale; *b* — formarea unghiului din trei cale; *c* — formarea unghiului obtuz.

Din triunghiul dreptunghic *ABC* în care $BC=h$, iar $AB=l=100$ mm (ipotenuza din triunghiul dreptunghic) se poate calcula sinusul unghiului α:

$$\sin\alpha=\frac{BC}{AB}=\frac{h}{l}=\frac{h}{100}.$$

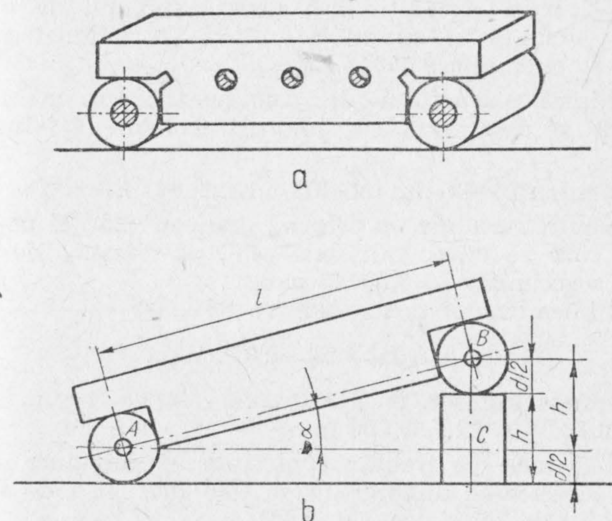


Fig. 4.62. Măsurarea cu rigla de sinus:

a — rigla de sinus; *b* — determinarea unghiului cu rigla de sinus.

După ce se cunoaște sinusul unghiului α, cu ajutorul tabelelor trigonometrice, se poate găsi valoarea precisă a acestui unghi.

Rigla se numește de sinus deoarece unghiul se determină cu ajutorul sinusului său.

Variind înălțimea *h* a blocului de cale plan-paralele, rigla se poate așeza exact la orice unghi α. Pentru aceasta s-au întocmit tabele în care este calculată direct înălțimea pachetului de cale pentru unghiuri de la 0 la 45°, din minut în minut, dîndu-se diferența și pentru o secundă.

Aceste date sînt cuprinse în anexa I vol. II „Îndrumătorul rectificatorului de precizie“, unde coloanele sînt notate cu literele α, h și d;

în care:

α este unghiul de înclinare, de măsurat;
h — înălțimea pachetului de cale pentru unghiul α;
d — corecția înălțimii h pentru unghiul de o secundă în sutimi de miimi de milimetru (de exemplu, 0,00048 mm).

Înălțimea pachetului de cale pentru un unghi de 25°43′52″ se determină, cu ajutorul tabelelor, în felul următor:

— pentru 25° 43′ din tabelul indicat se ia h=86,784 mm;

— pentru secunde, în coloana gradelor (25°) și pe rîndul în care se citesc minutele (43′) se citește diferența pentru o secundă: d=0,00043 mm.

Înălțimea calelor pentru 52″ va fi:

$$d=0{,}00043\times52=0{,}022 \text{ mm}.$$

Înălțimea totală a pachetului de cale va fi suma $h+d$=86,784+0,022=86,806 mm.

Cînd piesele ce trebuie controlate au unghiuri mari, pentru verificarea unghiurilor se folosește rigla de sinus cu unghiul de 30° și 45° (fig. 4.63).

Cînd unghiul α este mai mare de 30°, pachetul de cale ce se așază sub cilindrul opus înclinației de 30° se va calcula astfel:

$$h=100 \sin\alpha-100 \sin 30°=100 (\sin\alpha-\sin 30°).$$

Cînd unghiul piesei este mai mare de 45° pachetul de cale ce se așază sub cilindrul opus înclinației de 45° va avea valoarea:

$$h=100 \sin\alpha-100 \sin 45°=100 (\sin\alpha-\sin 45°).$$

4.12.4. Instrumente pentru măsurarea planității. Baza de la care pornește măsurarea pieselor rectificate trebuie să fie o suprafață perfect plană.

Instrumentele cu care se controlează planitatea sînt plăcile de control și rigla cuțit.

Plăci de control. Plăcile plane sau plăcile de control cum se denumesc curent (fig. 4.64), sînt turnate din fontă specială, cu granule dense, uniforme și fine. La aceste plăci

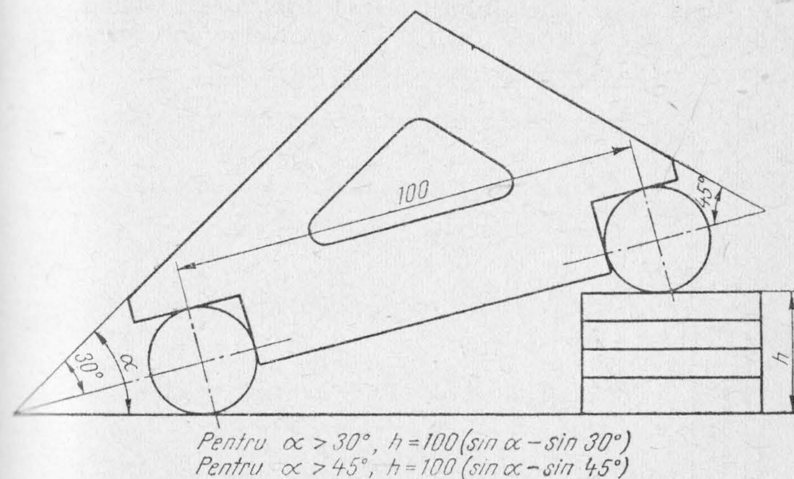
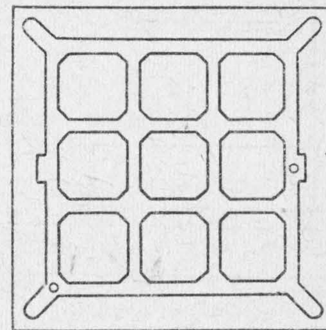


Fig. 4.63. Rigla de sinus cu unghiuri de 30° și 45°.

se face o detensionare artificială sau naturală, pentru a se evita eventualele deformări care survin în timp.

Suprafața plană a plăcilor ale plăcilor sînt împărțite în se răzuiește. Fețele răzuite mai multe clase de calitate. Fiecare clasă de calitate a suprafeței răzuite este determinată de numărul punctelor, care se verifică cu vopsea pe un patrat cu latura de 25 mm.

Plăcile plane, pînă la lungimea de 400 mm, sînt prevăzute cu mînere, iar plăcile mai mari au cepuri de transport.



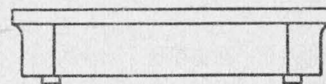


Fig. 4.64. Placă de control.

Pe plăcile de control se fac măsurări prin comparație cu calele plan-paralele (fig. 4.65) și se controlează perpendicularitatea suprafețelor pieselor rectificate.

Rigla cuțit. Cu ajutorul ei se controlează planitatea suprafețelor rectificate. Rigla are o muchie sub formă de

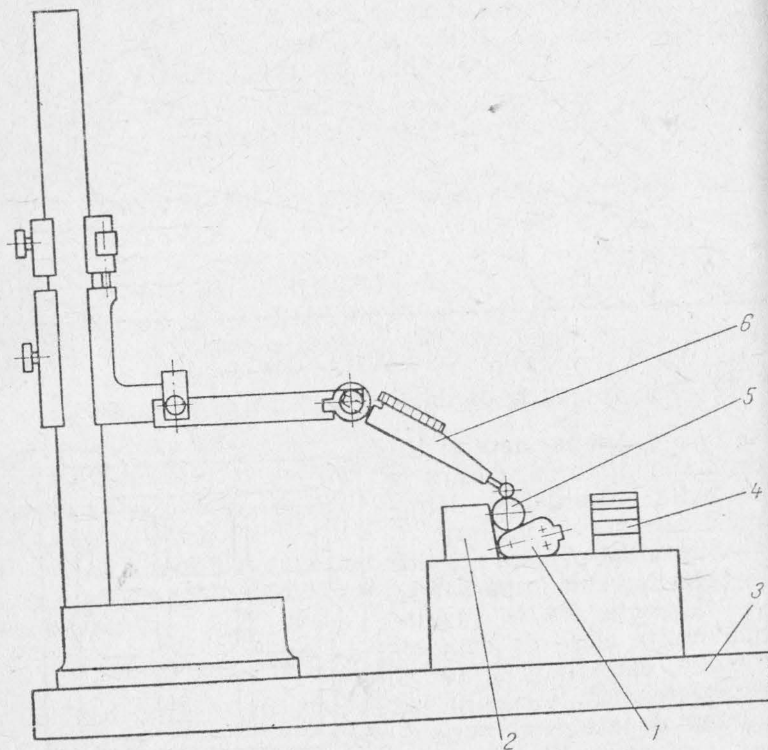


Fig. 4.65. Măsurarea pe placa de control a unui poanson: 1 — poanson; 2 — prismă; 3 — placă de control; 4 — pachet de cale plan-paralele; 5 — dorn de control; 6 — comparator.

cuțit (fig. 4.66) ce servește la măsurare. Firul muchiei este perfect drept, el obținîndu-se prin lepuire pe o placă de fontă rectificată plan.

Cu muchia ascuțită, rigla cuțit *1* (fig. 4.67) se așază perpendicular pe suprafața ce se controlează a piesei *2*.

Dacă între suprafața ce se controlează și rigla cuțit apare o fantă de lumină, suprafața nu este dreaptă,

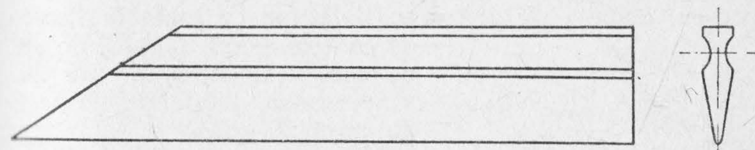


Fig. 4.66. Rigla cuțit.

curbura piesei față de muchia riglei fiind concavă sau convexă.

Fanta de lumină dintre rigla cuțit și piesă, apare la curburi extrem de mici, de ordinul micronilor.

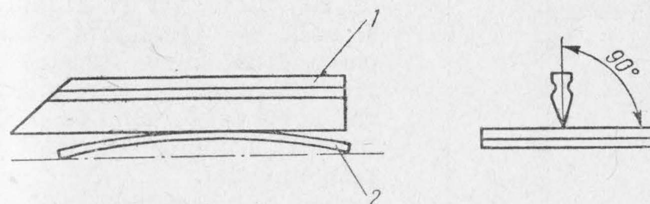


Fig. 4.67. Controlul suprafeței cu rigla cuțit.

Suprafața ce se controlează este considerată plană, atunci cînd nu apare fanta de lumină, controlul făcîndu-se după două direcții perpendiculare sau pe diagonalele suprafeței.

4.12.5. **Instrumente pentru măsurarea perpendicularității.** Perpendicularitatea suprafețelor rectificate se controlează pe placa de control cu ajutorul echerului de 90° și a cilindrului de control.

Cilindrul de control. Cilindrul de control are la un capăt o semisferă servind ca mîner (fig. 4.68). Verificarea se face pe placa de control prin fanta de lumină sau prin amprenta de vopsea decorativă (albastru de Prusia). La o

piesă cu laturile riguros la 90°, fanta de lumină dintre suprafaţa piesei şi a cilindrului de control dispare complet, cînd sînt apropiate.

Dacă pe cilindru se aplică un strat subţire de vopsea şi se apropie apoi de piesa de control, amprenta (urma de vopsea) trebuie să aibă aceeaşi lăţime pe toată înălţimea de control. Cînd unghiul de 90° nu este realizat, amprenta devine conică, pierzîndu-se pe o anumită porţiune.

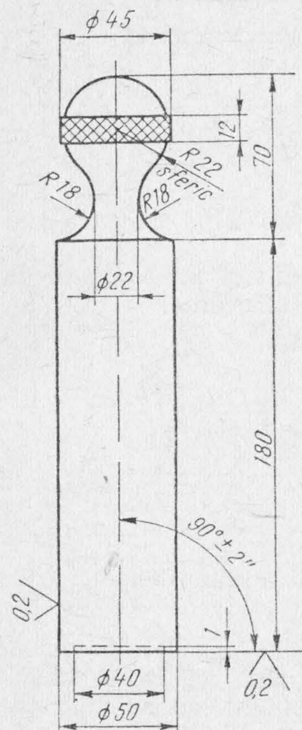


Fig. 4.68. Cilindrul de control.

În timpul verificării pieselor, cilindrul de control se apasă perpendicular şi se roteşte uşor pe placa de control. El este executat din oţel cementat şi călit la o duritate de 60—62 *HRC* şi rectificat cilindric la precizia de un micron. Unghiul de 90°, dintre partea cilindrică şi bază, se obţine prin rectificarea frontală pe maşina de rectificat exterior, şi este realizat corect atunci cînd pe partea frontală a cilindrului apare un poligon stelat.

4.12.6. **Instrumente de măsurat cu comparator.** Datorită preciziei lor, aceste aparate şi instrumente sînt foarte mult folosite la rectificare pentru măsurarea abaterilor faţă de dimensiunile nominale, pentru verificarea planităţii suprafeţelor, precum şi a paralelismului acestora.

Principalele aparate de măsurare, cu comparator sînt: comparatorul cu cadran, comparatorul cu pîrghie, pasametrul şi minimetrul.

Comparatorul cu cadran. Se compune dintr-o cutie metalică rotundă, în care se găseşte un mecanism de roţi dinţate şi o cremalieră (fig. 4.69 şi 4.70), două indicatoare

care arată pe cadran milimetrii şi sutimile de milimetru, o tijă de palpare cu vîrf şi o coroană dinţată.

Cadranul are o scală cu 100 de diviziuni (deci o diviziune reprezintă 0,01 mm), iar cercul este gradat în 10 diviziuni prin care se indică cursa de 10 mm a tijei.

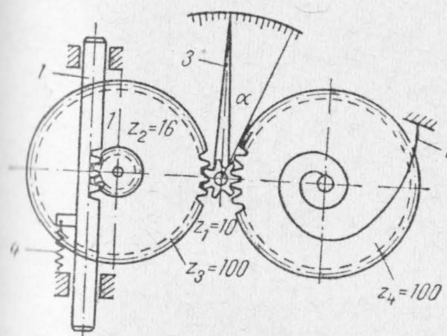
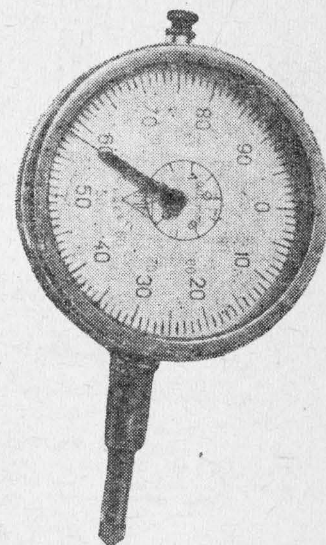


Fig. 4.69. Schema de principiu a unui comparator:
1 — tijă palpatoare; 2 — arc spiral; 3 — ac; 4 — resort.


Fig. 4.70. Comparatorul cu cadran.

La o rotaţie completă a acului indicator, tija de măsurat se deplasează cu 1 mm; prin urmare, o diviziune de pe cercul cu gradaţii corespunde deplasării cu 1 mm a tijei palpator.

Există şi comparatoare cu indicaţiile în µm.

Acul comparatorului se aşază în poziţia zero, prin rotirea cadranului cu ajutorul coroanei zimţate.

Pe partea frontală a comparatorului se gravează valoarea pe care o reprezintă o diviziune.

De obicei, în timpul operaţiei de măsurare, comparatorul se fixează pe un suport compus din mai multe braţe articulate, astfel încît să se poată aşeza în orice poziţie (fig. 4.71).

Comparatorul cu pîrghie. Este un aparat de măsurare ce servește la controlul pieselor pe placa de control (4.72). Datorită formei sale speciale, aparatul se pretează la controlul pieselor rectificate cu porțiuni greu accesibile.

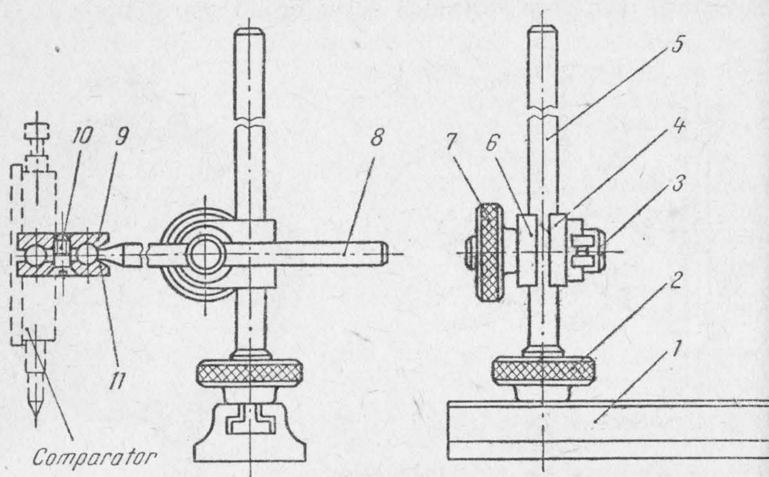


Fig. 4.71. Suport pentru comparator cu cadran:
1 — placă de bază; 2 — piuliță specială; 3 — șurub; 4 — bucșă de strîngere; 5 — coloană; 6 — brățară; 7 — piuliță specială; 8 — tijă; 9 — plăcuță de strîngere; 10 — șurub; 11 — plăcuță de strîngere.

Cursa indicatorului este de 0,6 mm, iar o gradație corespunde la 0,01 mm sau 0,002 mm.



Fig. 4.72. Comparator cu pîrghie.

Cercul cu gradații este divizat față de linia zero în stînga și în dreapta cu 50 de diviziuni și vîrful sferic de palpare poate avea cursă activă în ambele direcții de mișcare.

Cu acest comparator se controlează piese cu praguri sau canale unde nu se poate folosi comparatorul cu cadran.

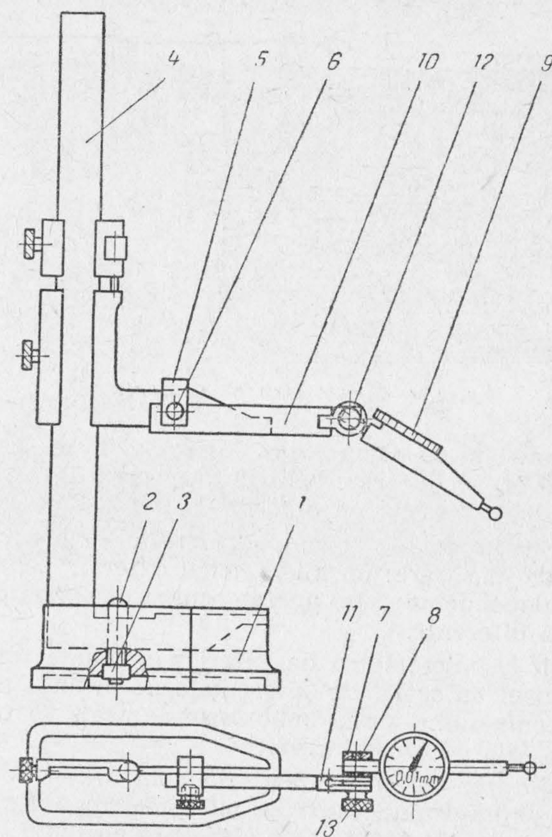


Fig. 4.73. Suportul comparatorului cu pîrghie:
1 — placă de bază; 2 — șurub; 3 — piuliță; 4 — șubler de 300 mm; 5 — clemă; 6 — șurub; 7 — bucșă; 8 — șurub; 9 — comparator cu arc spiral; 10 — tijă; 11 — știft; 12 — articulație; 13 — piuliță.

Comparatorul cu pîrghie se montează într-un suport special, care permite deplasarea în orice sens. Fixarea în poziția dorită se face cu ajutorul unei piulițe zimțate *13* (fig. 4.73).

Brațul *10* se montează cu ajutorul clemei *5* și al șurubului *6* pe un suport în formă de șubler *4*, care are brațul echerului fixat în talpa *1*.

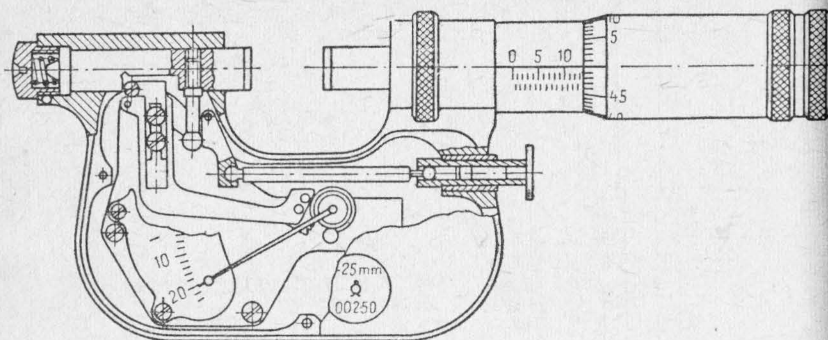


Fig. 4.74. Micrometru cu comparator.

Micrometrul cu comparator. Micrometrul cu comparator (fig. 4.74) se folosește pentru măsurarea dimensiunilor exterioare ale pieselor cu precizia de 2 μm.

La micrometrul cu comparator sînt îmbinate două aparate de măsurare: un micrometru exterior pentru măsurări independente și un aparat pentru măsurări de comparație și diferențe.

Folosit ca micrometru de exterior, valoarea este citită pe tamburul cu scală, iar diferențele de ordinul micronilor, pe comparator, unde indicatorul le arată în plus sau în minus față de gradația zero.

La folosirea ca instrument de comparație se citește devierea arătătorului, după ce micrometrul a fost reglat la dimensiunea cerută cu cale plan-paralele.

Mărimea unei diviziuni, la scala comparatorului, este 2 μm, iar cîmpul scalei de ±20 μm.

Micrometrele cu comparator se fabrică pentru măsurarea dimensiunilor cuprinse între 0 și 25 mm sau între 25 și 50 mm.

Pasametrul. Acest aparat de măsurare prin comparație se folosește în general, la măsurarea de precizie a pieselor rectificate exterior (fig. 4.75).

Pasametrul seamănă întrucîtva, cu micrometrul cu comparator, cu deosebirea că îi lipsesc diviziunile de pe tambur. În timpul introducerii piesei pentru măsurare,

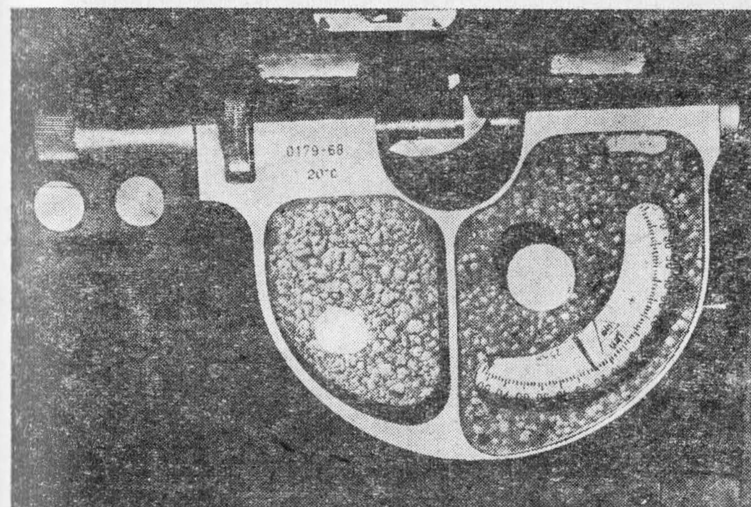


Fig. 4.75. Pasametrul.

nicovala acționează o pîrghie și un sector dințat. Acest mecanism se găsește și la micrometrul cu comparator.

Citirea deplasărilor nicovalei mobile se face pe scara gradată ce are la mijloc diviziunea zero, iar la dreapta și la stînga cîte 20 diviziuni notate cu semnele (+) și (—). Valoarea unei diviziuni este egală cu 2 μm.

Domeniul de măsurare al scării gradate este de ±0,08 mm (80 μm).

Două ace de poziție reglabile se folosesc la limitarea cîmpului de toleranță. Ele permit o orientare foarte rapidă, dacă piesa e bună sau rebut.

Ortotestul. Ortotestul (fig. 4.76) este un aparat cu pîrghie care se utilizează pentru măsurări exterioare foarte precise.

Ortotestul are o scală semirotundă la care diviziunile au valori de 1 μm şi limitele de măsurare cuprinse între ±0,1 mm.

Vîrfurile palpatorului ortotestului sînt sferice sau plane. Diviziunea zero a scalei se află la mijloc. În stînga şi în dreapta diviziunii zero, scala este împărţită în 25 sau în 100 de părţi.

Ortotestul funcţionează corect în orice poziţie de folosire şi nu este sensibil la lovituri sau vibraţii.

Cu suport este folosit în special la măsurări în serie a dimensiunilor exterioare, grosimi, diametre etc. Fără suport se poate monta şi fixa pe maşini, ca mijloc de măsurat.

Fig. 4.76. Ortotestul.

Executarea măsurătorilor cu ortotestul se fac prin metoda comparării. Coborînd tija de palpare pe suprafaţa piesei apare pe scală valoarea abaterii dimensiunii piesei faţă de dimensiunea calei de control cu care s-a reglat ortotestul.

4.13. PROBLEME REZOLVATE

4.13.1. Să se calculeze deplasarea A pentru rotirea mesei maşinei de rectificat RU-350 la rectificarea piesei conice din fig. 4.77.

Rezolvare: din figură rezultă:

$$a=\frac{D-d}{2}=\frac{80-56}{2}=\frac{24}{2}=12 \text{ mm}.$$

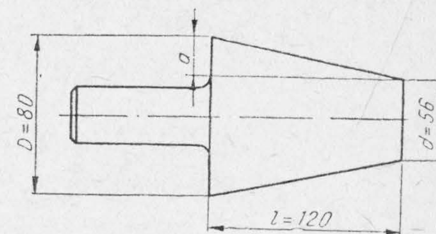


Fig. 4.77. Rectificarea conică a unei piese.

La maşinile cu lungimea mesei $L=1\,040$ mm fig. 4.10 se roteşte generatoarea conului pînă devine paralelă cu ghidajele mesei după relaţia:

$$A=\frac{L\cdot a}{l}=\frac{1\,040\cdot 12}{120}=104 \text{ mm}.$$

4.13.2. Metoda celor trei sîrme pentru măsurarea diametrului mediu al filetului (fig. 4.78).

Rezolvare: diametrul mediu al filetului d_2 în funcţie de cota L măsurată cu micrometrul are valoarea:

$$d_2=L-2\,AB-2\,BD+2\,CD, \qquad (1)$$

unde cota AB este:

$$AB=\frac{d_s}{2}.$$

Din $\Delta\, BDE$:

$$\sin\frac{\alpha}{2}=\frac{\frac{d_s}{2}}{BD}; \text{ iar } BD=\frac{\frac{d_s}{2}}{\sin\frac{\alpha}{2}}; BD=\frac{d_s}{2\sin\frac{\alpha}{2}}.$$

Din ΔDCE:

$$\operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2}=\frac{CD}{\frac{p}{4}};\quad CD=\frac{p}{4}\operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2}.$$

Înlocuind în relația (1) se află:

$$d_2=L-\frac{2d_s}{2}-\frac{2d_s}{2\sin\frac{\alpha}{2}}+\frac{2p}{4}\cdot\operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2};$$

$$d_2=L-d_s-\frac{d_s}{\sin\frac{\alpha}{2}}+\frac{p}{2}\operatorname{ctg}\cdot\frac{\alpha}{2};$$

$$d_2=L-d_s\left(1+\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}}\right)+\frac{p}{2}\cdot\operatorname{ctg}\frac{\alpha}{2}.$$

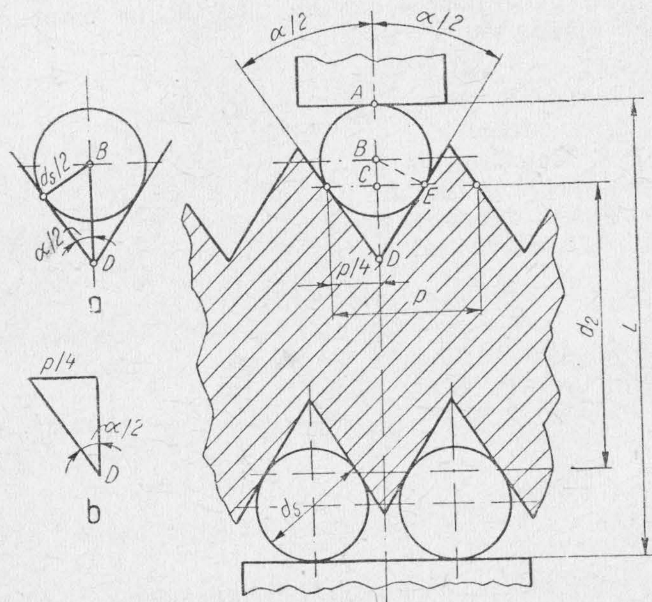


Fig. 4.78. Măsurarea filetului prin metoda celor trei sîrme.

Pentru filet metric $\frac{\alpha}{2}=30°$; relația devine:

$$d_2=L-d_s\left(1+\frac{p}{0{,}5}\right)+\frac{p}{2}\cdot 1{,}732=L-3\,d_s+0{,}866\cdot p.$$

Pentru filetul Witworth $\frac{\alpha}{2}=27°30'$;

$$d_2=L-d_s\left(1+\frac{1}{0{,}4617}\right)+\frac{p}{2}\cdot 1{,}9209=L-3{,}1657\cdot d_s+0{,}9605\cdot p.$$

Dimensiunea L măsurată cu micrometrul:

$L=d_2+3\,d_s-0{,}866\cdot p$ — pentru filet metric;

$L=d_2+3{,}1657\cdot d_s-0{,}9605\cdot p$ — pentru filet Withworth.

Sîrmele de măsurat filete (fig. 4.79) sînt tije cilindrice, ale căror diametre sînt executate cu mare precizie și sînt folosite pentru determinarea diametrului mediu al filetelor exterioare la calibre, tarozi etc.

În tabelul 4.9 sînt date diametrele sîrmelor de control filete, în funcție de pas și diametrul mediu d_2.

4.13.3. Măsurarea diametrului exterior la tarozii cu trei canale. Tarozii, al căror filet se rectifică frecvent, sînt prevăzuți cu trei canale frezate longitudinal. Măsurarea diametrului exterior la rectificare exterioară se face indirect, cu ajutorul unei prisme (fig. 4.80).

Rezolvare: cota măsurată cu micrometrul va fi:

$$P=a+OB+R; \tag{1}$$

$$\text{dar } OB=\frac{R}{\sin 30°}=\frac{R}{0{,}5}=2\,R.$$

Înlocuind în relația (1) se obține

$$P=a+2\,R+R=a+3\,R \tag{2}$$

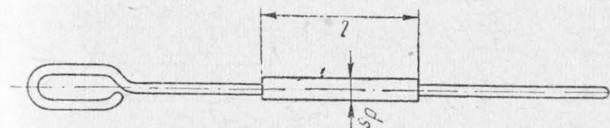
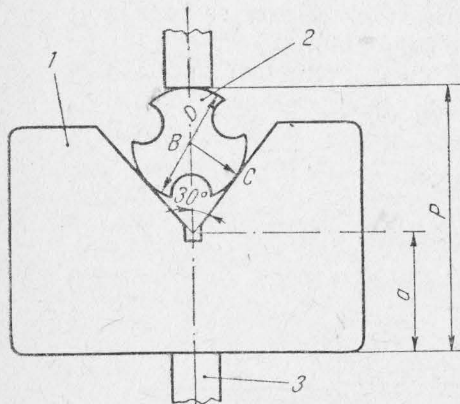


Fig. 4.79. Sîrmă de măsurat filete.

Tabelul 4.9

Diametrele optime ale sîrmelor pentru filet metric și în țoli

Filet metric				Filet de țoli		
Pasul, mm	Diametrul sîrmelor, mm	Pasul, mm	Diametrul sîrmelor, mm	Pasul, țoli	Pasul, mm	Diametrul sîrmelor, mm
0,2	0,112	1,25	0,724	24	1,058	0,572
0,25	0,142	1,5	0,866	20	1,270	0,724
0,3	0,170	1,75	1,008	18	1,414	0,796
0,35	0,201	2,0	1,157	16	1,583	0,866
0,4	0,232	2,5	1,441	14	1,814	1,008
0,45	0,260	3,0	1,732	12	2,117	1,157
0,5	0,291	3,5	2,020	11	2,309	1,382
0,6	0,343	4,0	2,311	10	2,540	1,441
0,7	0,402	4,5	2,595	9	2,822	1,591
0,75	0,433	5,0	2,886	8	3,175	1,732
0,8	0,461	5,5	3,117	7	3,629	2,020
1,0	0,572	6,0	3,468	6	4,233	2,311
				5	5,080	2,866
				4,5	5,644	3,117
				4	6,350	3,580
				3,5	7,257	4,091
				3,25	7,815	4,400
				3	8,467	4,773



ΔP	ΔD
0,01	0,006
0,02	0,013
0,03	0,020
0,04	0,026
0,05	0,032

Fig. 4.80. Măsurarea tarozilor cu canale în prismă: *1* — prismă; *2* — tarod; *3* — tijele micrometrului.

unde:

a este o constantă realizată la execuția prismei;

R — raza exterioară a tarodului.

Exemplu. Cota P măsurată la un tarod cu o prismă de 60° ce are constanta $a=10{,}52$ mm, va fi:

$$P=a+3\,R=10{,}52+3\cdot 3=10{,}52+9=19{,}52 \text{ mm.}$$

Dacă se măsoară peste prismă cota 19,53 mm adică cu 0,01 mm mai mare, cît va fi diametrul tarodului?

Se consideră o prismă la care cota a este zero, iar $\Delta P=0{,}01$ mm. Din relația (2) se obține:

$$\Delta P=0+3\,\Delta R=3\cdot\Delta R=1{,}5\cdot\Delta D=\frac{3}{2}\cdot\Delta D,$$

de unde rezultă:

$$3\,\Delta D=2\,\Delta P;$$

$$\Delta D=\frac{2}{3}\cdot\Delta P.$$

Creșterea diametrului D, în funcție de cota P, va fi:

$$\Delta D=\frac{2}{3}\,\Delta P=\frac{2}{3}\cdot 0{,}01=\frac{0{,}02}{3}=0{,}006 \text{ mm.}$$

Creșterea lui D, în funcție de P, se poate scrie sub formă de tabel (fig. 4.83).

4.12.4. Determinarea razei unui arc de cerc prin metoda celor trei puncte. Să se calculeze lungimea corzii (fig. 4.81) cunoscînd: raza $OC=21$ mm și înălțimea săgeții $BD=2$ mm.

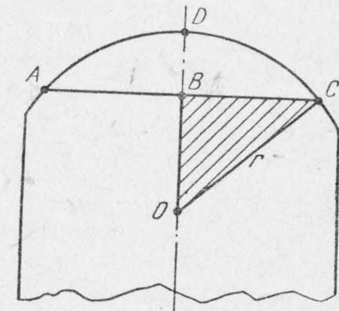


Fig. 4.81. Calcularea lungimii corzii.

Rezolvare: semicoarda BC se calculează cu teorema lui Pitagora din triunghiul OBC.

$$BC=\sqrt{r^2-OB^2}=\sqrt{21^2-19^2}=\sqrt{441-361}=\sqrt{80};$$

$$BC=8,944 \text{ mm}.$$

Lungimea corzii este $2 \cdot BC=2 \cdot 8,944=17,888$ mm.

Verificarea lungimii corzii AC se face cu ajutorul microscopului universal, măsurînd lungimea corzii pe axa X, după ce s-a deplasat microscopul după axa Y cu distanța $DB=2$ mm. Dacă, lungimea corzii măsurate este identică cu calculul, raza este corectă ($R=21$ mm). În caz contrar trebuie reprofilat discul abraziv. Raza să corespundă lungimii corzii conform cu calculul.

5. CUNOŞTINŢE PENTRU CATEGORIA A CINCEA DE CALIFICARE

5.1. ORGANELE DE COMANDĂ ALE MAŞINILOR DE RECTIFICAT

Organele de comandă ale maşinilor-unelte reprezintă totalitatea roţilor de mînă, manetelor, butoanelor de pornire şi oprire, limitatoarelor de cursă etc., care concură la asigurarea unei manevrări sigure şi uşoare a maşinilor respective.

Cunoaşterea şi manevrarea corectă a acestor organe de comandă, determină o utilizare raţională a maşinilor, precum şi creşterea productivităţii muncii.

În vederea folosirii corecte a acestor organe de comandă se impune cunoaşterea principalelor semne convenţionale înscripţionate pe panourile maşinilor, semne şi simboluri care uşurează recunoaşterea elementelor de comandă şi care reprezintă şi un caracter de universalitate.

Cîteva din aceste semne sînt prezentate în tabelul 5.1.

5.1.1. **Organele de comandă ale maşinii de rectificat plan orizontală RPO-200.** Comenzile generale ale maşinii de rectificat plan orizontal RPO 200, se execută de la panoul central al maşinii montat pe batiu (fig. 5.1). De la acest panou se pot da următoarele comenzi: *1 b 2* — pornire generală; *3 b 1* — pornirea pietrei de rectificat; *4 b 2* — magnetizarea, demagnetizarea platoului; *10 b 2* — pornirea şi oprirea instalaţiei de răcire sau aspiratorului; *3 b 2* — oprirea pietrei de rectificat; *1 b 3* — oprire generală; *1* — avans vertical manual; *2* tambur cu vernier pentru avansul vertical; *3* — reglare avans longitudinal masă; *4* — cuplarea şi decuplarea avansului longitudinal al mesei; *5* — avans transversal manual;

Tabelul 5.1

Semne convenționale

Nr crt	Definirea simbolului	Simbolul utilizat	Nr crt	Definirea simbolului	Simbolul utilizat
0	1	2	0	1	2
1	Numărul de rotații pe minut	/min	8	Comandă manuală	
2	Avansul în mm/min	mm/min	9	Stop	
3	Avansul normal		10	Pornire	
4	Avansul rapid			Pompa sistemului de răcire	
5	Preluarea jocului dintre piuliță și șurubul conducător prin rotirea spre dreapta a șurubului melc		12	Întrerupător electric principal	
6	Schimbarea vitezei numai în poziția de oprire				
7	Funcționarea în ciclu automat		13	Pornirea sculei - spre stînga - spre dreapta	

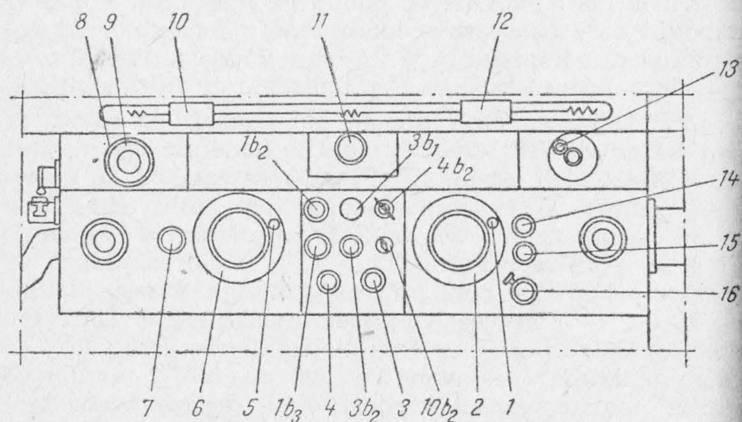


Fig. 5.1. Panoul de comandă de pe batiul mașinii de rectificat plan orizontal RPO-200.

6 — tambur cu vernier pentru avans transversal; 7 — avans transversal manual fin; 8—9 — reglarea cursei transversale; 10 — limitator de cursă stînga; 11 — inversorul mesei; 12 — limitator de cursă dreapta; 13 — avans longitudinal manual; 14 — reglarea avansului vertical manual micrometric intermitent; 15 — avans manual micrometric; 16 — avans manual micrometric intermitent.

În afară de comenzile generale ce se dau de pe panoul central (de pe batiul mașinii), se mai pot da comenzi de la pupitrul de comandă situat în dulapul mașinii de rectificat.

5.1.2. **Organele de comandă ale mașinii de rectificat plan vertical SFS-500.** Comenzile generale ale mașinii de rectificat plan vertical SFS 500 sînt date de la panoul central fixat pe batiul mașinii (fig. 5.2).

Acest panou cuprinde următoarele comenzi: *1* — vitezometrul pentru masă; *2* — manometrul de presiune pentru ungerea glisierelor mesei; *3* — opritor pentru inversarea cursei mesei; *4* — manetă pentru reglarea manuală a capului de rectificat; *5* — tambur gradat pentru mărirea avansului; *6* — tambur pentru reglarea mărimii avansului; *7* — manetă pentru inversarea cursei mesei; *8* — întrerupător principal; *9* — întrerupător pentru masa

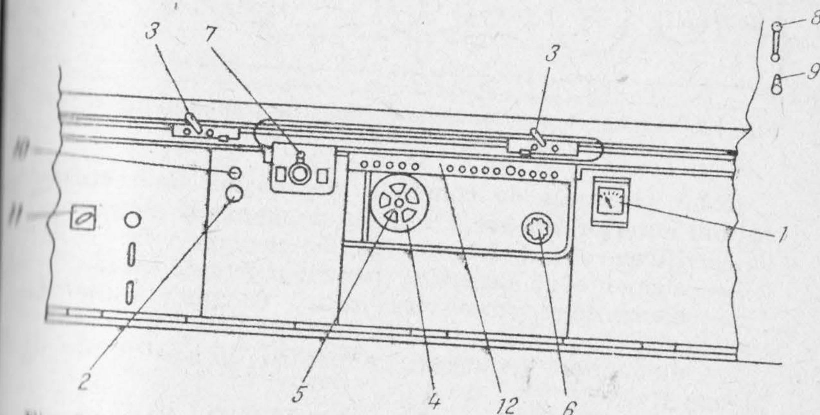


Fig. 5.2. Panoul central de comandă a mașinii de rectificat plan vertical SFS 500.

magnetică; *10* — buton pentru ungerea capului vertical; *11* — robinet filtru ulei pentru ungerea mesei; *12* — blocul comenzilor mașinii.

În fig. 5.3 sînt date semnele convenționale pentru o mai ușoară manipulare a comenzilor mașinii, iar la tabelul 5.2 sînt date comenzile butoanelor mașinii de rectificat plan vertical.

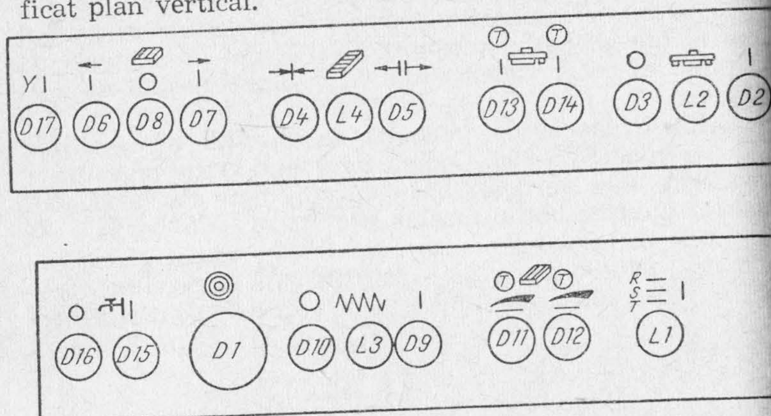


Fig. 5.3. Semne convenționale ale comenzilor mașinii de rectificat plan vertical SFS 500.

5.1.3. **Organele de comandă ale mașinii de rectificat rotund exterior RE-350.** Organele de comandă ale mașinii de rectificat rotund exterior RE 350 se împart în:

— elemente de deservire pentru comanda mesei;

— elemente de deservire pentru comanda saniei de rectificat;

— elementele de deservire pentru oprirea automată la cota fixă;

— elemente de deservire de pe pupitrul de comandă.

5.1.3.1. **Elementele de deservire pentru comanda mesei (fig. 5.4).** 1 — roata de mînă pentru deplasarea mesei; 2 — schimbătorul vitezelor manuale al mesei; *3* — schimbătorul deplasării mesei cu următoarele poziții:

A — mișcarea longitudinală a mesei, pornit și oprit (se realizează automat în funcție de comanda saniei de rectificare): *O* — masa oprită; *P* — mișcarea mesei por-

Tabelul 5.2

Comenzile butoanelor mașinii de rectificat S.F.S.-500/630

D_1	— întrerupător general — totul oprit
D_2	— motorul de rectificat — pornit
D_3	— motorul de rectificat — oprit
D_4	— masa magnetică pornită
D_5	— masa magnetică oprită
D_6	— pornirea mesei — cursa spre stînga
D_7	— pornirea mesei — cursa spre dreapta
D_8	— oprit masa
D_9	— avans pornit
D_{10}	— avans oprit
D_{11}	— viteza mesei mai mică
D_{12}	— viteza mesei mai mare
D_{13}	— capul de rectificat în sus
D_{14}	— capul de acționare a pietrei jos
D_{15}	— pompa de răcire pornit
D_{16}	— pompa de răcire oprit
D_{17}	— pompa hidraulică pornit
L_1	— bec control tens., cînd întrerupătorul princ. este conectat
L_2	— bec control pt. capul de rectificat pornit
L_3	— bec control — avans pornit
L_4	— bec control pt. masa magnetică pornit

nită și funcționează continuu; *4* — schimbătorul de deplasare a capului de rectificat; *5* — tambur de reglare pentru viteza mesei; *6* — inversor pentru mișcarea mesei; *7* — tampon; *8* — maneta opririi mesei; *9* — tamburul de re-

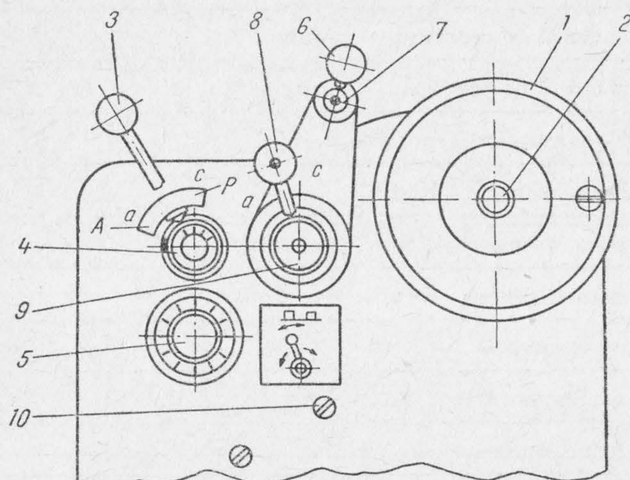


Fig. 5.4. Elementele de comandă a mesei a mașinii de rectificat rotund exterior RE 350.

glare pentru durata opririi mesei. Rotirea spre dreapta micșorează timpul de oprire și invers; *10* — dop (servește la spălarea droselului).

5.1.3.2. **Elementele de deservire pentru comanda saniei capului de rectificat** (fig. 5.5) sînt: *1* — roata de mînă pentru deplasarea rapidă a saniei capului de rectificare; *2* — tamburul gradat pentru deplasarea manuală a saniei; *3* — butonul pentru deplasarea prin impulsuri a saniei; *4* — opritorul micrometric; *5* — butonul de blocaj pentru deplasarea manuală; *6* — tamburul gradat pentru deplasarea automată a saniei; *7* — preselectorul pentru deplasarea automată a saniei; *8* — pîrghia pentru avansul rapid al saniei, în același timp ea este și pîrghia principală „de deservire"; *9* — blocarea pîrghiei de avans rapid; *10* — rozeta de reglare a avansului automat al saniei;

11 — pîrghia de accelerare (către dreapta) și oprire (către stînga) a deplasării automate a saniei de rectificat; *12* — butonul de reglare pentru viteza avansului rapid; *13* — butonul de blocaj al tamburului gradat 2.

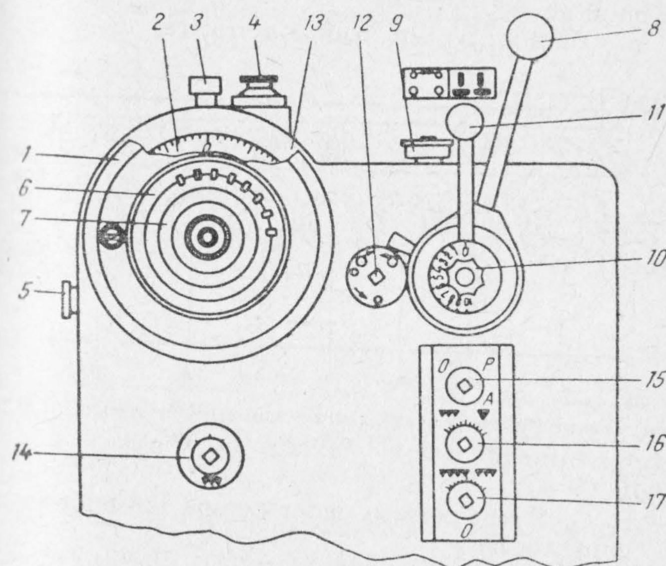


Fig. 5.5. Elemente pentru comanda saniei mașinii de rectificat rotund exterior RE 350.

5.1.3.3. **Elementele de deservire pentru oprirea automată la cota fixă** (fig. 5.5) **sînt următoarele:** *14* — preselectorul pentru adausul de finisare în µm; *15* — preselectorul pentru mișcarea dispozitivului de control activ; *16* — butonul de reglare pentru avansul de finisare; *17* — butonul de reglare pentru întîrzierea retragerii pietrei (oprirea scînteierii). Rotirea către „VVVV" face ca ieșirea din așchiere să fie mai lungă. Rotirea către „0" produce oprirea ciclului de lucru fără timp de ieșire din așchiere.

5.1.3.4. **Elementele de deservire de pe pupitru de comandă (fig. 5.6) sînt:**

— h_1 — lampă de semnalizare (prezenţa tensiunii în maşină);
— $b_{2.1}$ — buton: stop; stop toate electromotoarele;
— b_6 — buton: pornire motor pentru antrenarea discului abraziv;
— b_7 — buton: pornire pompă de răcire;

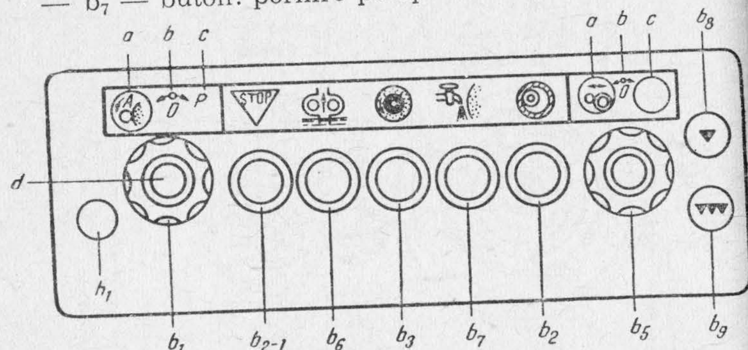


Fig. 5.6. Elemente de pe pupitrul de comandă a maşinii de rectificat rotund exterior RE 350.

— b_2 — buton: pornire motor pentru îndreptarea discului abraziv;
— b_1 — comutator: comandă rotirea discului abraziv;
a) — „pornit" şi „oprit" automat în funcţie de comanda saniei de rectificare.
Sania de rectificare „înainte" — piesa „înapoi";
Sania de rectificare „înapoi" — piesa „oprit";
b) — oprit;
c) — pornit;
d) — buton pentru comanda prin impulsuri;
— b_5 — comutator: comandă oprirea avansului;
a) — oprire automată cu dispozitivul de oprire la cota fixă;
b) — fără oprire automată;
c) — oprire automată cu dispozitiv de control activ (finitor);
— b_8 — lampă de semnalizare: luminează în timpul perioadei de degroşare;

b_9 — lampă de semnalizare: luminează în timpul perioadei de finisare.

5.1.3.5. Organele de comandă a maşinii de rectificat interior R.I. 80. Organele de comandă ale maşinii de rectificat interior R I 80 se compun din:
— elemente pentru comenzi electrice;
— elemente pentru comenzi hidraulice.

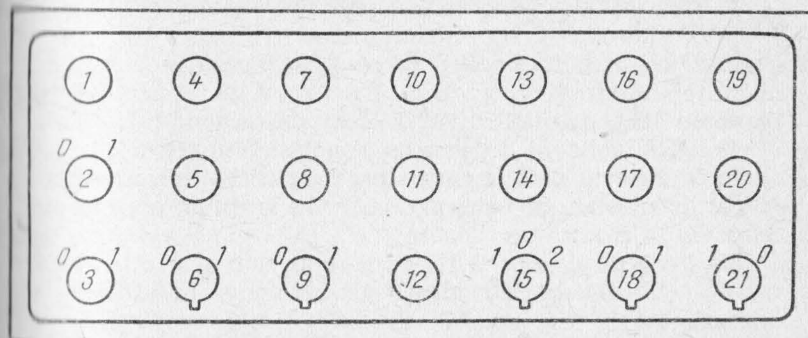


Fig. 5.7. Comenzile electrice ale maşinii de rectificat interior RI 80.

A) Elemente pentru comenzi electrice (fig. 5.7) compuse din butoane care au următoarele specificaţii:

1 — butonul de pornire a motorului pentru *DRF* (dispozitiv de rectificat frontal);

2 — butonul de pornire a motorului pentru *DRF*;

3 — butonul de comandă pentru intrarea capului măsurător. În urma comenzilor date, capul de măsurat intră în acţiune, comandînd releele electronice şi pregătind instalaţia electrică pentru începerea unui nou ciclu;

4, 5 — butoanele de oprire şi pornire a pompei hidraulice;

6 — selectorul de comandă pentru oprirea avansului:
— poziţia 0: avansul oprit;
— poziţia 1: avansul în funcţiune.

7, 8 — butoanele de oprire şi pornire a motorului de antrenare a broşei portpiatră;

9 — selectorul de comandă pentru diamantare continuă:

— poziţia 0: se exclude ciclul de diamantare continuă;

— poziţia *1*: se pregăteşte instalaţia electrică pentru ciclul de diamantare continuă a discului abraziv (fig. 5.8);

2 — din poziţia de lucru, masa se retrage în poziţia de repaus;

Y 3 — maneta de comandă pentru dispozitivul de rectificat frontal (*DRF*);

0: *DRF* este în poziţie de repaus (acesta corespunde distanţei maxime dintre discul de rectificare frontală şi piesa de lucru, atît verticală, cît şi pe orizontală;

1: *DRF* coboară în poziţia maximă superioară;

2: în această poziţie nu se produce nici o mişcare;

3: discul abraziv pentru rectificare frontală se apropie de piesă în poziţia de lucru;

Yz — grupul pentru reglarea vitezelor şi avansurilor:

a — drosel pentru reglarea vitezei mesei în funcţie de diamantare;

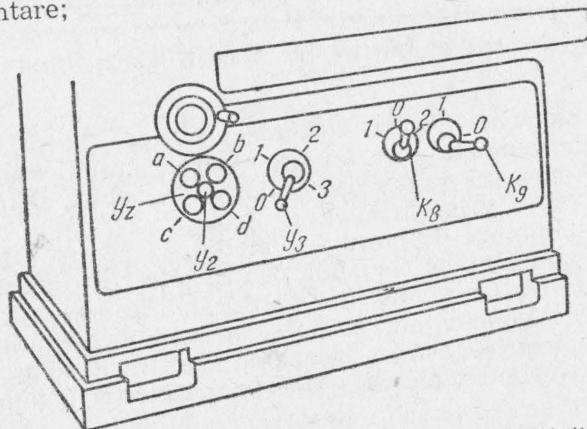


Fig. 5.8. Elemente de comandă hidraulică a maşinii de rectificat interior RI 80.

b — droselul pentru reglarea vitezei în faza de degroşare şi finisare;

c — droselul pentru reglarea avansului discului abraziv în faza de finisare, care corespunde şi degroşării;

d — drosel pentru reglarea avansului discului abraziv în faza de degroşare, care corespunde în acelaşi timp vitezei de apropiere rapidă a acesteia către piesă.

5.2. CINEMATICA MAŞINILOR DE RECTIFICAT

Schema tuturor mecanismelor unei maşini-unelte, formată din lanţurile cinematice, care realizează diferite mişcări şi funcţiuni, se numeşte schema cinematică a maşinii-unelte.

5.2.1. **Cinematica maşinii de rectificat plan orizontală RPO-200.** Maşina de rectificat plan orizontală cu masă dreptunghiulară este o maşină care lucrează cu periferia discului abraziv. Variaţia mişcării mesei se obţine pe cale hidromecanică. Deplasarea transversală a saniei, deplasarea capului de rectificat pe verticală cît şi acţionarea discului abraziv se face independent de cîte un electromotor. La fel instalaţia hidraulică şi de răcire.

Lanţul cinematic pentru realizarea mişcării longitudinale a mesei maşinii de rectificat RPO 200, după cum rezultă din schema hidraulică din fig. 5.9, se compune din următoarele:

Electromotorul *M* care acţionează pompa hidraulică *4* împingînd uleiul sub presiune din rezervor prin sorbul cu supapă *3*, supapa de siguranţă *5* care are rolul de menţinere a presiunii în circuit şi este reglată la 15 daN/cm^2. De aici uleiul trece prin sertarul cu două poziţii şi şase căi *7* în electrodistribuitorul *8*, prin droselul *9*, electrodistribuitorul *11*, iar de aici uleiul intră în cilindrul mesei. Cursele de întoarcere a mesei sînt comandate prin intermediul unei came care acţionează asupra a doi microîntrerupători, iar aceştia asupra electrodistribuitorului cilindrului mesei.

Instalaţia mai dispune în circuit de o supapă de sens reglabilă *1* pentru circuitul hidraulic, necesar acţionării avansului de dute-vino al saniei longitudinale şi o supapă de reţinere necesară circuitului hidraulic pentru realizarea avansului transversal al mesei.

5.2.2. **Cinematica maşinii de rectificat plan verticală SFS-500.** Maşina de rectificat plan SFS-500 cu masă

dreptunghiulară se foloseşte pentru rectificarea pieselor cu lungimea maximă de 2 m.

Lanţul cinematic de acţionare a capului de rectificat (fig. 5.10) constă din electromotorul *1* care acţionează an-

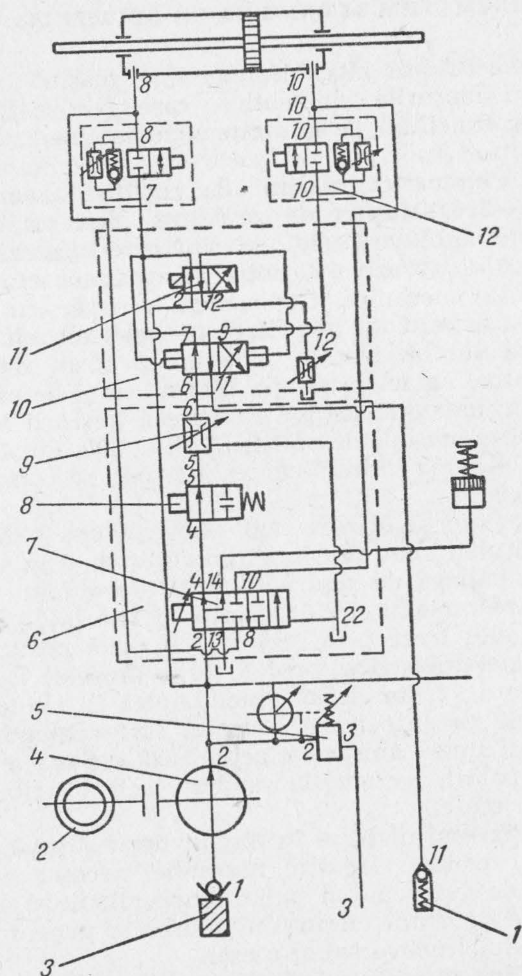


Fig. 5.9. Schema hidraulică a maşinii de rectificat RPO 200.

grenajul melc roată melcată *2—3*, şi piuliţa *4*. Acest lanţ cinematic de acţionare permite deplasarea în sus şi în jos cu o viteză de 6 mm/min, a capului de rectificat faţă de arborele filetat *5* care stă pe loc. Roata melcată *7* este fixată rigid pe arborele *5*. Valoarea deplasărilor este înregistrată pe tamburul gradat *17*.

Avansul automat vertical în jos se realizează cu ajutorul cilindrului hidraulic *8*, care la fiecare cursă dublă

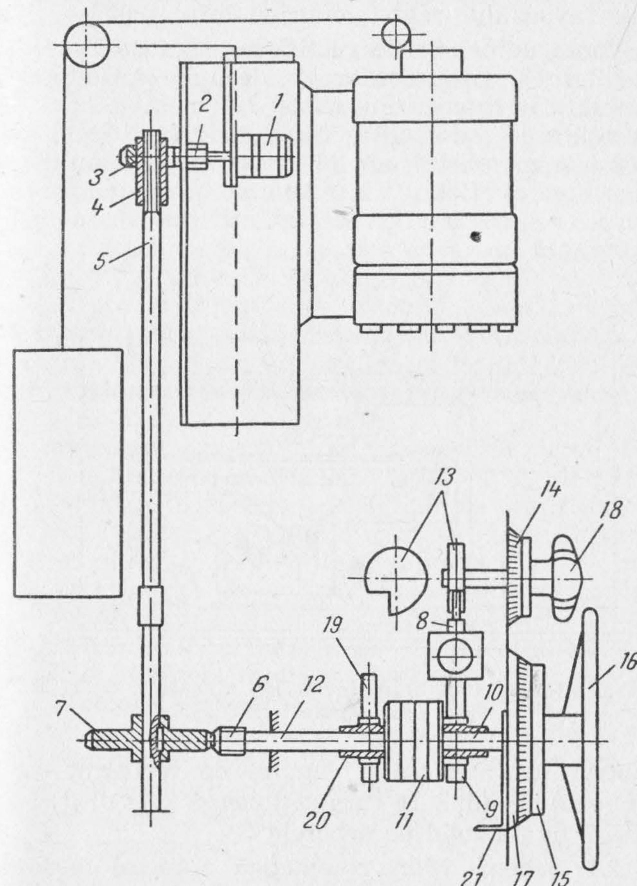


Fig. 5.10. Schema cinematică a capului de rectificat vertical a maşinii de rectificat SFS 500.

a mesei acţionează cu o valoare constantă asupra clichetului 9. Clichetul acţionează asupra roţii dinţate 10, care la rîndul ei acţionează asupra cuplajului 11. În continuare mişcarea este transmisă arborelui 12, melcului 6, care acţionează roata melcată 7 fixată pe arborele 5 prin a cărei rotaţie se obţine deplasarea capului de rectificat, piuliţa 4 fiind fixă. Mărimea avansului se reglează cu ajutorul rozetei 18, care acţionează cama 13. Discul gradat 14 arată valoarea avansului reglat, cuprins între 0,005—0,1 mm.

Reglarea adîncimii de rectificare se face cu ajutorul tamburului 17, care realizează decuplarea automată a avansului, prin intermediul camei 13.

La ridicarea automată a capului de rectificat, trebuie oprită cursa mesei, întrucît în acest caz, sistemului de rotire a arborelui filetat 5 i se opune sistemul format din tamburul 19 şi roata cu clichet 20, arborele 12, melcul 6 şi roata melcată 7.

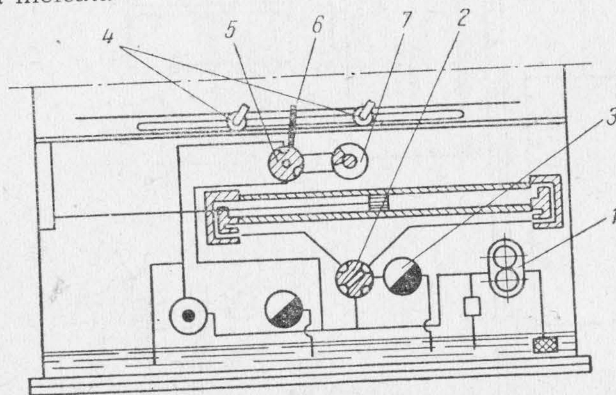


Fig. 5.11. Schema hidrocinematică a maşinii de rectificat plan vertical SFS 500.

Manevrarea normală a capului de rectificat se face rotind roata de mînă 16 care acţionează melcul 6 şi roata melcată 7 fixată rigid pe arborele 5.

5.2.2.1. Schema hidro-cinematică a mesei maşinii de rectificat plan verticală SFS-500. Deplasarea longitudinală a mesei se realizează hidraulic (fig. 5.11).

Uleiul absorbit din baia de ulei, de pompa cu roţi dinţate 1, este refulat prin distribuitorul 2 în cilindrul mesei. Prin droselul 3 se poate varia viteza longitudinală a mesei. Limitatoarele de cursă 4 acţionează robinetul 5 prin pîrghia 6, care dirijează uleiul la motorul hidraulic cu palete 7, rotindu-l alternativ spre dreapta şi spre stînga. Pe axul motorului 7 este fixată o camă şi o roată dinţată, care roteşte robinetul 2 schimbînd sensul de mişcare al mesei.

5.2.3. **Cinematica maşinii de rectificat rotund exterior RE-350.** Mişcările de lucru ale maşinii de rectificat rotund, conform schemei hidraulice din fig. 5.12, se realizează după cum urmează. Pompa *P* acţionată de electromotorul *EM*, absoarbe uleiul din rezervor prin sorbul *SK* şi-l împinge prin conducta de ulei subpresiune *CS* la blocul supapelor *BS*. De la blocul supapelor o parte din ulei este împins la blocul pentru comanda mesei *BM* prin supapa de egalizare *SE* în cilindrul mesei *CM*. Tot de la blocul supapelor uleiul este împins la blocul de comandă pentru comanda păpuşii mobile *BPM* la păpuşa mobilă hidraulică *PM*. Pe un alt circuit tot de la blocul supapelor, uleiul merge în cilindrul mersului rapid al saniei de rectificat *SR*.

O altă parte a uleiului, din circuitul ce merge la blocul supapelor, este împins pe circuitul *CR* la blocul de comandă pentru dispozitivul hidraulic de rectificare a pietrei *DRP* (numai la maşinile care au acest dispozitiv de rectificat interior). Pentru ungerea glisierelor maşinii *GM*, uleiul este împins de pompă prin supapa de contra-presiune *SCP* la robinetele de reglare *RR*.

5.2.4. **Cinematica maşinii de rectificat interior RI-80.** Maşina de rectificat interior RI-80 este acţionată de nouă electromotoare şi anume: pentru deplasarea capului de rectificat, pentru acţionarea generatorului de frecvenţă, pentru antrenarea braţului de rectificare frontală, pentru antrenarea convertizorului, pentru acţionarea capului de rectificat, pentru acţionarea capului portpiesă, pentru acţionarea separatorului magnetic şi două motoare pentru acţionarea grupului hidraulic.

În componenţa grupului hidraulic intră două pompe cu şurub *PA* şi *PB* fixate prin intermediul unor flanşe

Fig. 5.12. Schema cinematică a mașinii de rectificat rotund exterior RE-350.

de motorul electric *MMP* cu două capete de arbore (fig. 5.13).

Presiunea pompei *PA* care alimentează dispozitivul de avans transversal al discului abraziv și toate comenzile automate, vor fi reglate prin supapa de presiune *SP* la 20 daN/cm².

Presiunea pompei *PB*, care alimentează cilindrul pentru mișcarea mesei *CMM*, se reglează la presiunea maximă prin supapa de presiune *SP* la 15 daN/cm².

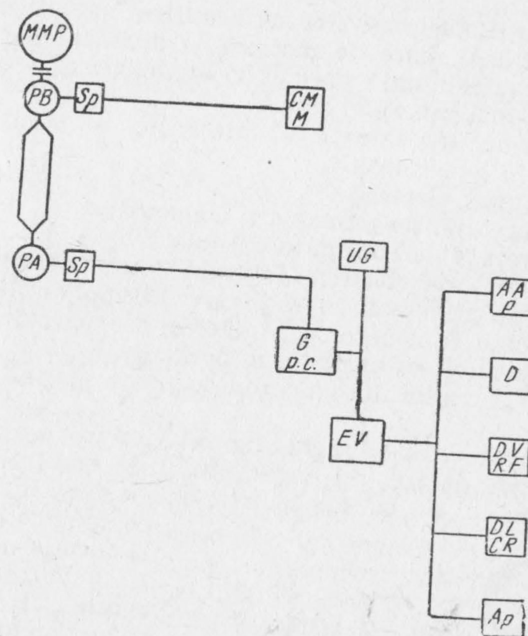


Fig. 5.13. Schema cinematică de principiu a mașinii de rectificat interior RI-80.

Pompa *PA*, conform schemei de principiu, alimentează grupul pistonașelor de comandă *GPC*, ungerea glisierelor *UG*, electroventilele *EV*, care la rîndul lor acționează asupra următoarelor dispozitive:

— antrenarea piesei *Ap;*

— deplasarea longitudinală a saniei capului de rectificat *DLCR*;

— deplasarea verticală a capului de rectificat frontal *DVKF*;

— diamantare *D*;

— acţionarea apărătoarei discului abraziv *AAP*.

5.3. ACŢIONAREA ELECTRICĂ A MAŞINILOR DE RECTIFICAT

În construcţia maşinilor de rectificat se utilizează un număr tot mai mare de motoare şi aparate electrice în scopul asigurării unei productivităţi maxime, a unei deserviri cît mai uşoare şi sigure.

Echipamentul electric al maşinilor de rectificat se compune în general din:

— motorul electric;

— aparatajul de protecţie şi comandă;

— organele de transmitere a mişcării.

5.3.1. **Motorul electric.** Motorul electric constituie unul din factorii principali în acţionarea maşinilor de rectificat. El poate fi asincron cu inele, în scurtcircuit, sau de curent continuu cu excitaţie în derivaţie.

Pornirea motorului asincron se poate realiza în patru feluri:

1. Pornire stea-triunghi (fig. 5.14), prin care se obţine o micşorare de trei ori a curentului de pornire; trecerea comutatorului de la stea la triunghi se face numai după ce motorul a ajuns la turaţia normală.

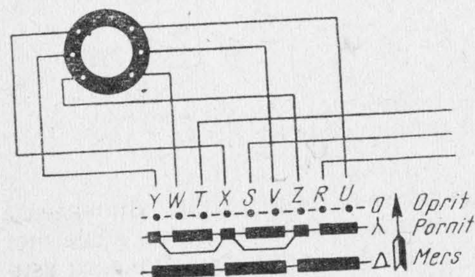


Fig. 5.14. Pornirea motorului asincron cu ajutorul unui comutator stea-triunghi.

2. Pornirea cu reostat de pornire în cazul motoarelor asincrone cu rotorul bobinat se realizează prin introducerea în circuitul rotoric a unor rezistenţe suplimentare (fig. 5.15).

La pornire se introduce toată rezis-

tenţa în circuit şi motorul porneşte cu un curent moderat şi cu un cuplu bun. Viteza motorului creşte pe măsură ce valoarea rezistenţei scade.

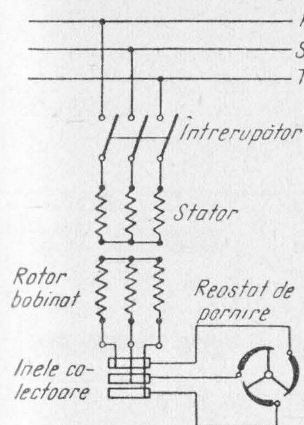


Fig. 5.15. Pornirea cu reostat a motorului asincron cu rotorul bobinat.

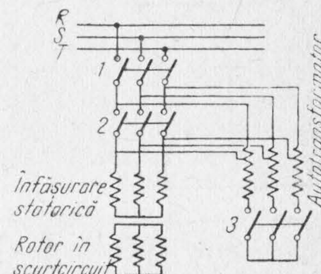


Fig. 5.16. Pornirea cu autotransformator.

3. Pornirea cu autotransformator (fig. 5.16) este utilizată în general în cazul motoarelor asincrone mari cu rotorul în scurtcircuit.

La pornire se închid întrerupătoarele *1* şi *3* şi se lasă deschis întrerupătorul *2*, realizînd o alimentare cu o tensiune joasă. După pornirea rotorului se deschide întrerupătorul *3*, motorul primind o tensiune puţin mai înaltă. Prin închiderea întrerupătorului *2*, motorul primeşte întreaga tensiune a reţelei, obţinîndu-se în acest fel viteza nominală. Aceste comutări se realizează practic cu ajutorul unui comutator special (controler).

4. Pornirea directă (fig. 5.17) se foloseşte în cazul motoarelor mici şi se realizează cu ajutorul unui întrerupător normal. Motoarele cu putere mică ajung repede în regim normal de lucru, neproducînd perturbaţii în reţea.

Motoarele maşinilor-unelte, de foarte multe ori, trebuie să se poată învîrti în ambele sensuri. În acest scop, cu ajutorul unui comutator special numit inversor de

sens (fig. 5.18) se inversează între ele cele două faze, ceea ce conduce la inversarea sensului de rotire a motorului.

Pentru realizarea opririi unui subansamblu într-un punct fix al cursei mașinii, pentru micșorarea vitezei pe

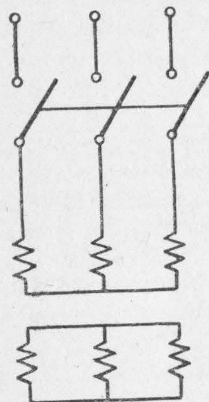


Fig. 5.17. Pornirea directă a motoarelor mici.

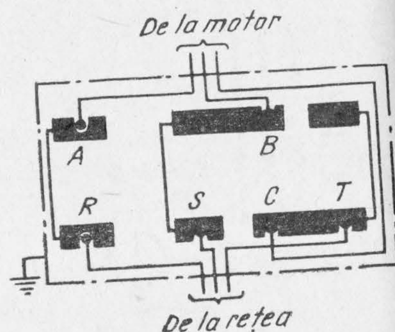


Fig. 5.18. Inversor de sens.

anumite porțiuni ale cursei, pentru oprirea rapidă în caz de accident sau în scopul inversării sensului de rotație într-un timp scurt, este necesară frînarea electrică a motorului.

În cazul motoarelor asincrone, frînarea poate fi realizată prin mai multe metode: frînare recuperativă, frînare dinamică, frînare prin contraconectare sau frînare în regim generator autoexcitat.

5.3.2. **Aparatajul de protecție și comandă electrică.** În general, aparatajul electric din dotarea unei mașini de rectificat se împarte în două categorii distincte în funcție de rolul de îndeplinit:

— aparatajul de protecție, din care categorie fac parte: siguranțele fuzibile, întrerupătorii de protecție contra intensităților, releele de protecție împotriva funcționării în curent monofazat, întrerupătorii de tensiune nulă etc.;

— aparatajul de comandă care cuprinde aparatele folosite pentru închiderea și deschiderea circuitelor, pentru pornirea și oprirea motoarelor, limitatoarelor de cursă, electromagneții de frînă etc.

Siguranțele fuzibile sînt cele mai simple sisteme de protecție care protejează instalația electrică contra supraintensităților provocate de o încărcare prea mare a mașinii, de un defect de bobină sau de legare greșită la rețea.

Întrerupătorii automați de protecție împotriva intensităților mari de curent sînt folosiți în locul siguranțelor fuzibile. Declanșarea acestor întrerupători este comandată de relee termice sau electromagnetice, asigurîndu-se astfel întreruperea circuitului de alimentare în cazul apariției unei supraintensități.

Releele de protecție împotriva funcționării monofazate au ca scop împiedecarea punerii sub tensiune a motorului cînd tensiunea rețelei este prea mică sau s-a întrerupt, după cum și în cazul cînd una din faze nu funcționează.

Releele de tensiune nulă au rolul de a declanșa întrerupătorul imediat ce tensiunea din rețea a scăzut sub o anumită valoare, astfel încît să se evite, la restabilirea tensiunii, o pornire directă a motoarelor.

Limitatoarele de sfîrșit de cursă sînt întrerupători de siguranță care declanșează și întrerup circuitul de alimentare al motorului în cazul neatenției muncitorului. De asemenea aceste limitatoare constituie elementele de bază în funcționarea mașinilor-unelte automate.

Prin creșterea automatizării și a specializării mașinilor-unelte a fost necesară utilizarea pe aceiași mașină a mai multor motoare, ceea ce a tras după sine și necesitatea folosirii unor întrerupători prevăzuți cu dispozitive de zăvorîre și blocare, care să nu permită comenzi greșite din partea muncitorului, a cărui atenție trebuie să fie concentrată mai mult asupra prelucrării piesei.

Construcția acestor întrerupători interdependenți este foarte variată, rolul lor fiind însă întotdeauna de a proteja instalația împotriva:

— unor eventuale comenzi greșite;

— defectelor unui circuit al unui alt motor;

— anclanșării timpurii a unui element din schemă.

Aparatajul de comandă a unei mașini de rectificat cuprinde de obicei aparate folosite pentru închiderea și deschiderea circuitelor electrice, pentru pornirea sau oprirea motoarelor etc. Aceste aparate pot fi acționate direct sau automat prin circuite de comandă.

Astfel, în cazul motoarelor electrice de putere mai mică, pornirea se face prin cuplare directă a acestora la rețea. Pentru puteri mai mari, în cazul motoarelor în scurtcircuit, pornirea se face cu ajutorul unui comutator stea-triunghi, iar pentru motoarele cu inele colectoare cu ajutorul unui reostat de pornire ce poate fi acționat manual sau automat.

Cel mai simplu aparat de comandă întîlnit în schemele electrice ale unei mașini de rectificat îl constituie întrerupătorul cu pîrghie (cu acționare manuală) folosit pentru curenți de 26, 60, 100 sau 200 A. El este folosit ca întrerupător general de linie sau de intrare, adică pentru întreruperea tensiunii rețelei în cazul cînd este nevoie să se oprească mașina de rectificat în timp mai îndelungat. Pentru echiparea mașinilor de rectificat, în afară de întrerupătorii cu pîrghie, sînt utilizați, destul de des, întrerupătorii pachet de 10, 25 sau 60 A. Aceștia se utilizează ca întrerupători de intrare, pentru pornirea motoarelor, pentru comutarea circuitelor de comandă și pentru semnalizare.

În instalațiile unde se cere comutarea simultană a unui număr mai mare de circuite, se utilizează controlerele (comutatoare cu tambur) pentru puteri ale motoarelor de 1,5; 2; 3 sau 3,5 kW.

Cea mai mare parte a mașinilor-unelte sînt acționate, la pornire și oprire, prin comanda cu butoane aflate în circuitele unor bobine de acționare ale contactoarelor. Acestea se folosesc la realizarea unei comenzi de la distanță, care este preferată comenzii directe, deoarece:

— face posibilă centralizarea echipamentului de comandă într-un singur tablou, deci întreținerea și controlul mai simplu;

— se realizează o economie de conductoare în instalație;

— se poate face un număr mai mare de comenzi cu un efort fizic redus;

— se realizează o protecție sigură în caz de suprasarcină, prin folosirea releelor.

La mașinile-unelte prevăzute cu limitatoare de sfîrșit de cursă, cuplarea și decuplarea contactoarelor este legată de deplasarea unor anumite elemente ale mașinii.

5.3.3. **Organe de transmitere a mișcării.** Organele de transmitere a mișcării întîlnite în schemele cinematice ale mașinilor de rectificat pot fi hidraulice, electrohidraulice sau electrice.

Dintre organele de transmitere electrice, cel mai reprezentativ îl constituie ambreiajul electromagnetic (fig. 5.19) a cărui acționare electrică se face prin alimentare în curent continuu.

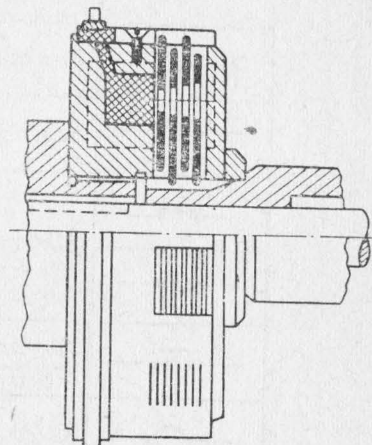


Fig. 5.19. Ambreiajul electromagnetic.

În comparație cu celelalte ambreiaje de fricțiune, ambreiajele electromagnetice se caracterizează printr-o comandă simplă, o construcție nu prea complicată și o viteză de cuplare mare.

5.4. SCHEMA ELECTRICĂ DE ACȚIONARE A UNEI MAȘINI DE RECTIFICAT

Înainte de a se trece la descrierea schemei de acționare electrică a unei mașini de rectificat (în cazul ales schema electrică a mașinii de rectificat rotund RE-350), trebuie cunoscute elementele de reprezentare schematică a diferitelor părți componente, (tab. 5.3).

Tabelul 5.3

Reprezentări schematice la RE-350

Simbolul	Denumirea
	Bobina de acţionare a contactului
	Contact normal deschis
	Contact normal închis
	Bobina releului de timp
	Butoane de comandă
	Contact normal deschis temporizare la închidere
	Releu termic cu bimetal
	Întrerupător

Din schemă reiese că, pentru acţionarea maşinii de rectificat rotund exterior RE-350, sînt folosite 5 motoare electrice (fig. 5.20):

m 1 — motorul electric de acţionare a piesei;

m 2 — motorul electric de acţionare a discului de rectificat interior;

m 3 — motorul electric de acţionare a discului abraziv pentru exterior;

m 6 — motorul electric de acţionare a pompei de ulei;

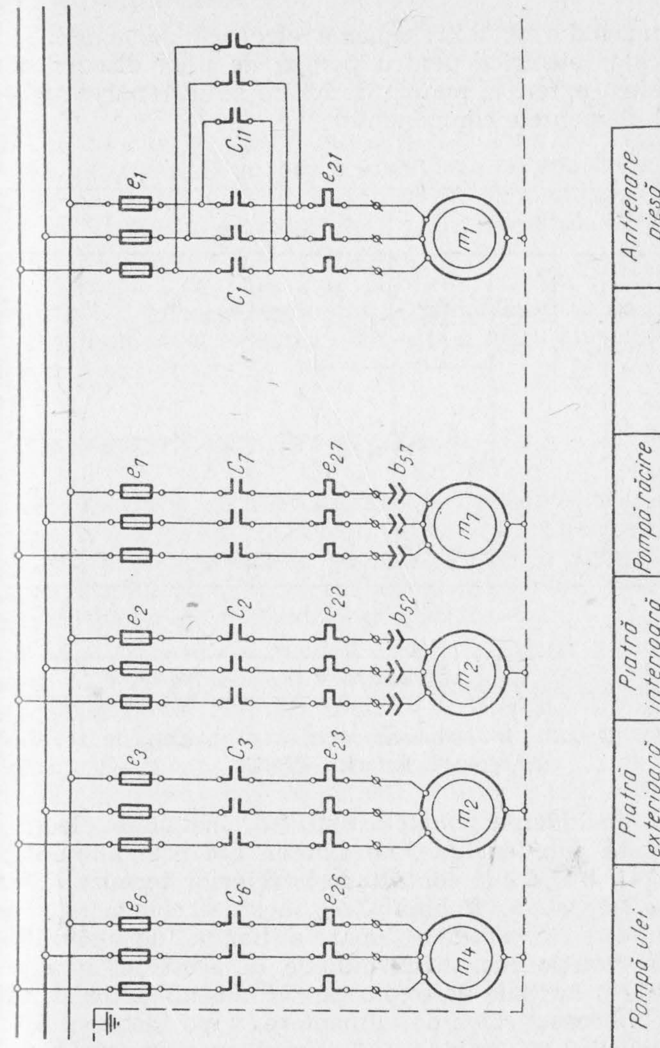
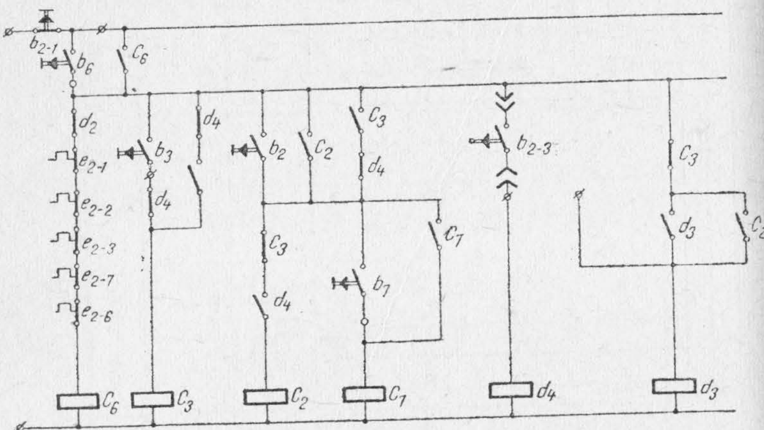


Fig. 5.20. Schema electrică a maşinii de rectificat rotund exterior RE-350.

m 7 — motorul electric de acționare a pompei de răcire.

Urmărind (fig. 5.21) schema electrică de acționare a motoarelor electrice pentru pompa de ulei, discul abraziv pentru exterior, pompa de răcire și antrenarea piesei, se văd elementele componente.



Pompă ulei	Piatră exterioară	Piatră interioară	Pompă de răcire	Antrenare piesă

Fig. 5.21. Detaliu din schema electrică a mașinii de rectificat rotund exterior RE-350.

Prin închiderea contactorului *b* 6, instalația electrică va fi pusă sub tensiune, iar bobina *C* 6 este alimentată prin *b 2-1*, *b* 6, *d* 2 și contactoarele releelor termice, *e 2-1*; *e 2-2*; *e 2-3*; *e 2-6*. Bobina *C* 6 închide conctactul, iar motorul electric *m* 6 de acționare al pompei de ulei va începe să funcționeze, asigurîndu-se în acest fel una din condițiile principale de exploatare a mașinii de rectificat.

De la aceeași rețea de alimentare, după închiderea întrerupătorului *b* 3, bobina *C* 3 este alimentată prin *b* 2-1, *C* 6, *b* 3, *d* 4. Bobina *C* 3 închide contactul *C* 3 din circuitul bobinei *C* 7 și astfel motorul electric *m* 3, de acționare a discului abraziv pentru rectificare exterioară, va începe să funcționeze.

Pentru acționarea motorului electric al pompei de răcire *m* 7, se apasă butonul *b* 7, bobina *e* 7 închide contactul de autoreținere *C* 7 și motorul este pus în funcțiune.

Pentru acționarea motorului electric al broșei de rectificat interior se apasă butonul *b* 2. Cînd limitatorul de cursă *b 2-3* este închis, se alimentează bobina *d* 4 care închide contactul *d* 4 din circuitul de alimentare al bobinei *C* 2 și deschide contactele *d* 4 din circuitele de alimentare ale bobinei *C* 3 și respectiv *C* 7.

Bobina *C* 2 este alimentată prin *b 2-1*, *C* 6, *b* 2, *C* 3, *d* 4. Bobina *C* 2, închide contactul *C* 2 din circuitul de alimentare al bobinei *d* 3. Bobina *d* 3 este alimentată prin *b 2-1*, *C* 6, *C* 3 și *C* 2.

5.5. RECTIFICAREA PROFILURILOR

Pe mașinile de rectificat se pot executa prin rectificare diverse profiluri. De exemplu, șabloanele și părțile active (plăci tăietoare și poansoane), de la ștanțe. Profilarea discului abraziv se realizează, de obicei, cu ajutorul dispozitivelor de profilat cu diamant.

5.5.1. **Dispozitive pentru profilat discuri abrazive cu arce de cerc pe mașini de rectificat plan.** Pentru profilarea razelor convexe sau concave la discurile abrazive, se folosesc dispozitive universale. Acestea diferă constructiv funcție de mașina la care se întrebuințează.

Un dispozitiv practic pentru profilarea discurilor abrazive pe mașinile de rectificat plan este cel universal cu balansor (fig. 5.22).

Balansorul 7 se fixează într-un suport cu vîrfurile *2* și *6*, în jurul cărora oscilează. Suportul diamantului din balansor este fixat într-o bucșă elastică *3* și strîns cu ajutorul piulițelor *18* și *19*. Diamantul se montează într-o tijă cu diametrul de 8 mm, rectificată la exterior (fig. 5.23).

Un capăt al tijei se strunjește conic și în vîrful conului se execută o gaură de circa 1 mm pe o adîncime de 1 mm. În această gaură se introduce diamantul, care se lipește cu un aliaj cupru-argint.

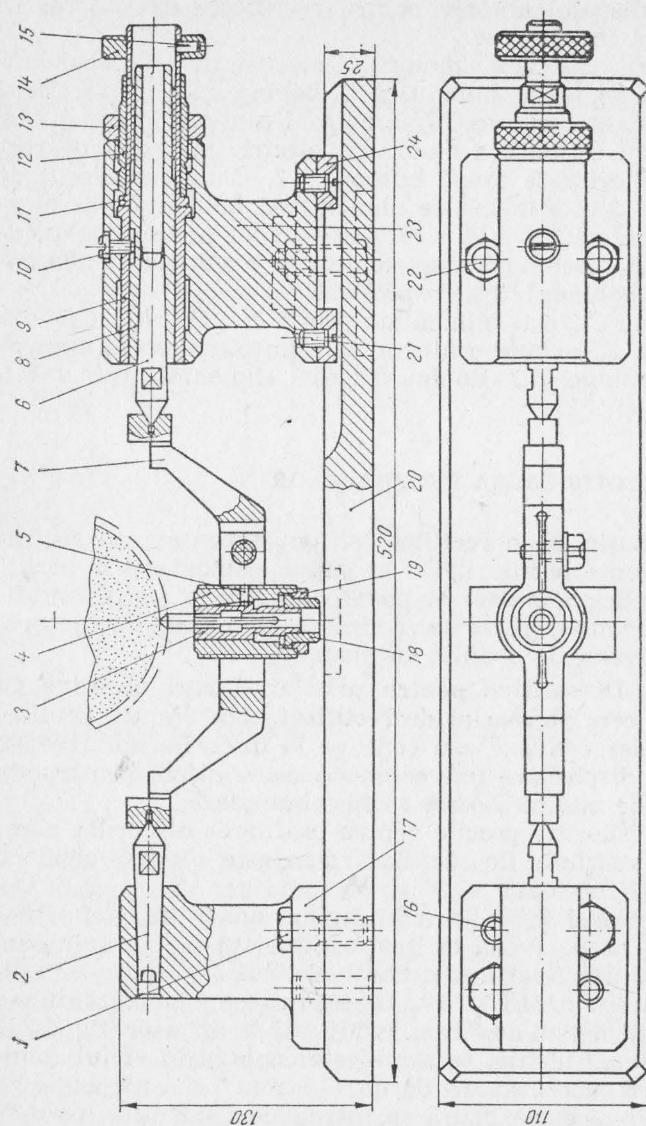


Fig. 5.22. Dispozitiv universal de profilat pietre abrazive:
1 — şurub; 2, 6 — vîrfuri; 3 — bucşă; 4 — bucşă filetată; 15, 16 — ştifturi; 7 — balansor; 8 — bucşă portvîrf; 9 — bucşă de ghidare; 10 — şurub; 11 — bucşă de antrenare; 12 — bucşă de blocare; 13 — piuliţă; 14 — inel de antrenare; 17 — suportul vîrfului fix; 18 — piuliţă specială; 19 — piuliţă; 20 — placă de bază; 21, 22 — şuruburi; 23 — suportul vîrfului mobil; 24 — pană.

Reglarea diamantului în balansor, pentru profilarea discului abraziv, se efectuează pe placa de control, cu un pachet de cale plan-paralele.

Pentru executarea unei raze exterioare în discul abraziv (fig. 5.24), vîrful diamantului trebuie să fie deplasat

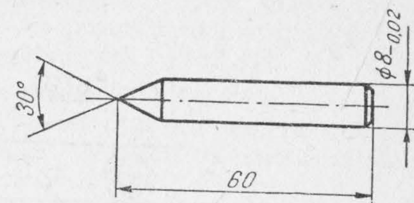


Fig. 5.23. Suport diamant.

faţă de axa vîrfurilor, înspre scobitura balansorului, cu o distanţă egală cu raza.

Mărimea pachetului de cale, ce se aşază între placa de control şi vîrful diamantului, va fi:

$$h=a+r,$$

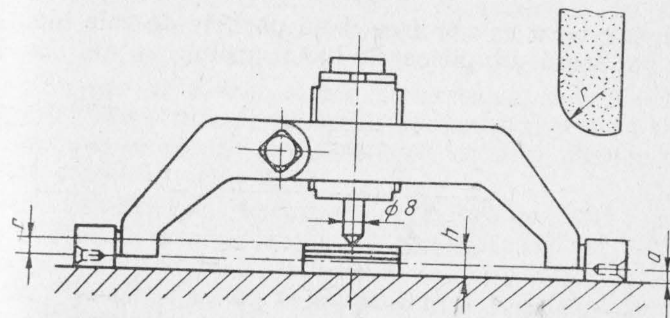


Fig. 5.24. Reglarea diamantului în balansor pentru o rază exterioară.

unde a este distanţa constantă de la axa de rotaţie pînă la baza dispozitivului, respectiv al plăcii, iar r — raza profilată în piatră.

În cazul cînd trebuie profilată o rază interioară în discul abraziv, vîrful diamantului trebuie să fie peste

axa centrelor, cu o distanţă egală cu raza. La această profilare se pot ivi două cazuri:

1. Cînd raza este mai mare decît distanţa de la axa de rotaţie pînă la baza dispozitivului (fig. 5.25), mărimea pachetului de cale va fi:

$$h=r-a.$$

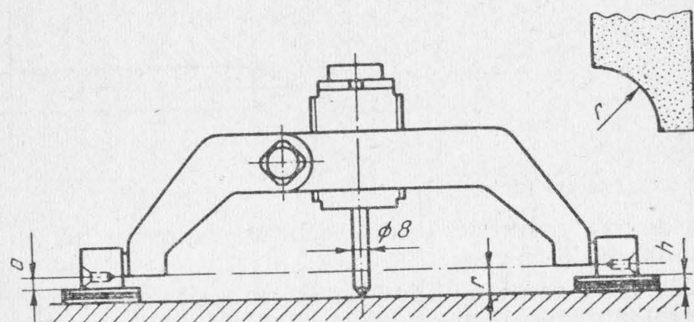


Fig. 5.25. Reglarea diamantului în balansor pentru o rază interioară, cazul *I*.

În acest caz se vor face două pachete de cale identice şi se vor aşeza sub picioarele balansorului.

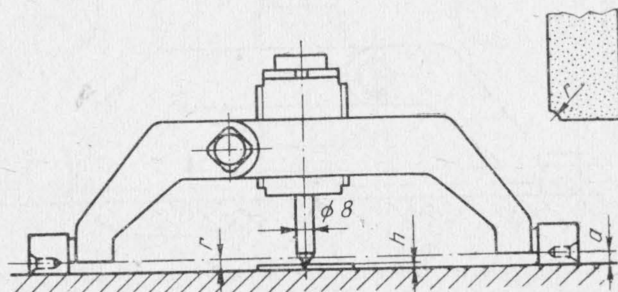


Fig. 5.26. Reglarea diamantului în balansor pentru o rază interioară, cazul *II*.

2. Cînd raza care urmează să fie profilată este mai mică decît distanţa *a* (fig. 5.26), mărimea pachetului de cale este:

$$h=a-r.$$

Pachetul se va aşeza sub vîrful diamantului.

Dispozitivul universal este foarte precis. Distanţa dintre axa găurilor de centrare şi bază este realizată cu precizia de ±5 μm, pentru ca poziţia diamantului să fie reglată exact faţă de această bază.

Dispozitivul pentru profilare va trebui manipulat în aşa fel, încît diamantul să fie protejat cît mai mult pentru a-şi menţine valoarea razei în cursul profilării.

Pentru aceasta se recomandă următoarele:

a. În timpul lucrului, diamantul nu trebuie rotit în bucşa de fixare, pentru a nu se modifica poziţia vîrfului diamantului faţă de axa centrelor.

b. Discul abraziv trebuie degroşat întotdeauna manual cu o bucată de carborund.

c. Balansorul se fixează uşor între vîrfurile dispozitivului, fără a se strînge puternic, rotindu-se fără joc între vîrfuri. Axa diamantului trebuie să treacă prin axa verticală a discului abraziv. Dacă nu este respectată această regulă se produc deformări ale profilului.

d. Balansorul se pendulează încet, pentru a nu forţa diamantul. Niciodată portdiamantul nu trebuie să devină albastru din cauza căldurii.

e. Înainte de ultima tăiere de netezire, se scoate balansorul dintre vîrfuri, suportul diamantului se lasă să se răcească şi se controlează reglarea vîrfului diamantului pentru profilul prevăzut.

5.5.2. **Profilarea discurilor abrazive cu raze exterioare.** Rectificarea şablonului de racordare din fig. 5.27, *a*, compus dintr-un arc de cerc, care se racordează cu laturile de 90°, este una din cele mai simple probleme de rectificare profilată.

Discul abraziv, care se profilează se alege cu grosimea mai mare decît *R*, cu 2—3 mm.

Se degroşează profilul cu un carborund, apoi dispozitivul, cu diamantul, se aşază pe planul median al grosimii discului. Prin balansarea dispozitivului şi prin plasarea pe verticală a discului abraziv se obţine profilul. Pe partea frontală se descrie arcul de cerc cu 0,2—0,3 mm mai adînc (fig. 5.27, *b*) pentru a se obţine o racordare perfectă.

5.5.2.1. **Profilarea discurilor abrazive cu centrul razei exterioare poziționat.** Pentru a rectifica profilul șablonului din fig. 5.28, *a*, discul abraziv se va profila identic cu șablonul, profilul lui reprezentînd un contrașablon. Înainte

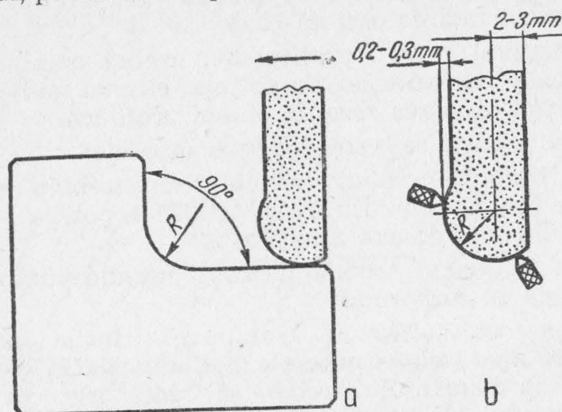


Fig. 5.27. Rectificarea șablonului profilat cu o rază ce se racordează cu laturile la 90°:
a — șablon; *b* — profilarea discului abraziv.

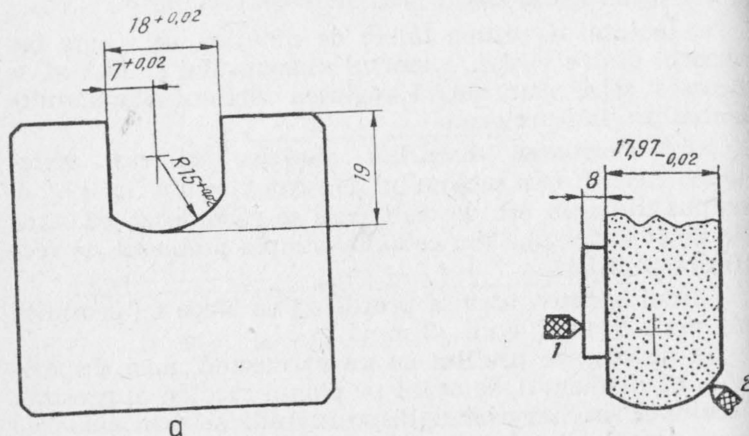


Fig. 5.28. Rectificarea șablonului profilat cu o rază ce nu se racordează:
a — șablon; *b* — profilarea discului abraziv.

de operația de profilare, se îndreaptă discul pe părțile frontale aducîndu-l la dimensiunea de $17{,}97^{0}_{-0{,}02}$.

La profilarea discului se va lua în considerare faptul că centrul razei nu se află pe axa centrală a scobiturii șablonului, ci dezaxat, la o distanță de 7 mm de la fața laterală interioară a profilului.

Pentru ca centrul de rotație al dispozitivului de profilat să se afle la aceeași distanță față de partea frontală corespunzătoare discului, profilarea se face după cum urmează.

Se reglează dispozitivul pentru raza de 15 mm. Între suprafața frontală a discului și vîrful de diamant, fixat în balansor (poz. 1 fig. 5.28, *b*), se așază un pachet de cale cu dimensiunea:

$$m = r - 7 = 15 - 7 = 8 \text{ mm}.$$

După fixarea poziției se scoate pachetul de cale și se începe profilarea discului prin balansarea dispozitivului. Avansul discului abraziv către diamant se realizează numai pe verticală.

5.5.3. **Profilarea discurilor abrazive cu raze interioare.** Profilarea pietrelor abrazive cu raze interioare poate fi:

— în unghi de 90°;

— sub un unghi oarecare.

5.5.3.1. **Profilarea discurilor abrazive cu raze interioare.** Acestea ating laturile unui unghi de 90° și se întîlnesc cel mai des. Din punctul de vedere al productivității, metoda este comodă, precisă și relativ ieftină. Profilarea discului abraziv pentru execuția calibrului din fig. 5.29, *a*, de exemplu, se face cu dispozitivul universal cu balansor.

Discul abraziv se degroșează cu un carborund, pînă aproape de valoarea razei pentru a nu se uza diamantul. Pentru a se asigura o racordare perfectă între suprafețele drepte și raza la piesă, este necesar ca piatra să aibă porțiunile drepte, *a* și *b*, perfect racordate cu raza *r*.

Această racordare se asigură cu diamantul, care se deplasează, față de suprafața laterală a pietrei, spre interior, cu distanța *a* (fig. 5.29, *b*), iar pe verticală cu distanța *b*.

Avansarea pietrei pe verticală se face în timp ce diamantul, în poziția *1*, oscilează cînd atinge piatra, în poziția *2*. Distanța *b*, care are de obicei valoarea de 2—3 mm, se realizează prin avansarea manuală a pietrei cu 0,05—

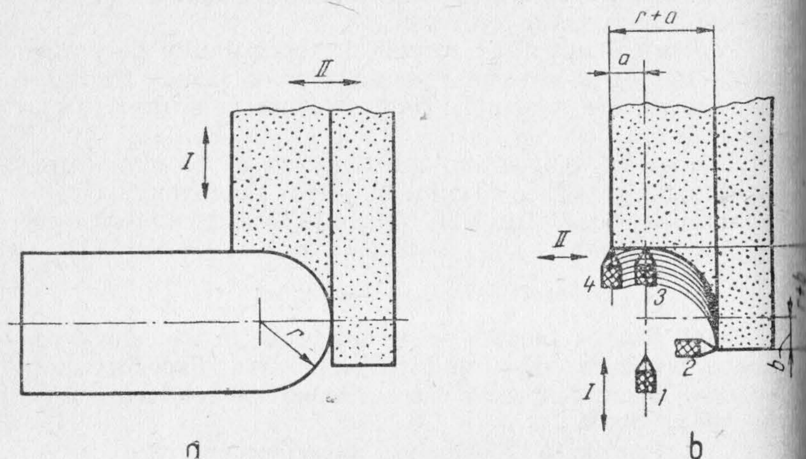


Fig. 5.29. Rectificarea calibrului profilat:
a — calibru; *b* — profilarea discului abraziv cu o rază interioară; *I* — direcția de deplasare a capului portsculă; *II* — direcția de deplasare a mesei.

0,08 mm, la o pendulare a balansorului, prin aceasta realizîndu-se o racordare perfectă între rază și porțiunea dreaptă *b*.

După terminarea profilării, se verifică dacă nu s-a schimbat poziția diamantului în timpul lucrului. În cazul că acesta s-a schimbat, se reglează din nou și operația se repetă.

5.5.3.2. **Profilarea discurilor abrazive cu raze interioare racordate cu laturile unui unghi oarecare.** *Cazul 1.* Cînd raza interioară, care se profilează în discul abraziv se racordează cu un unghi (fig. 5.30), raza se va profila numai pe o anumită porțiune. În cazul din figură, raza se racordează față de suprafața laterală a pietrei, iar față de periferia pietrei racordarea este incompletă cu cota *b*, care determină tocmai punctul de racordare dintre raza $r=5$ mm și unghiul $\alpha=36°50'$.

Cota *b*, din triunghiul *OCD*, se determină prin calcul (fig. 5.30, *c*):

$$b=OD=OC \text{ sin } \alpha=5\times\sin 36°50'=5\times0{,}59949=2{,}997 \text{ mm}.$$

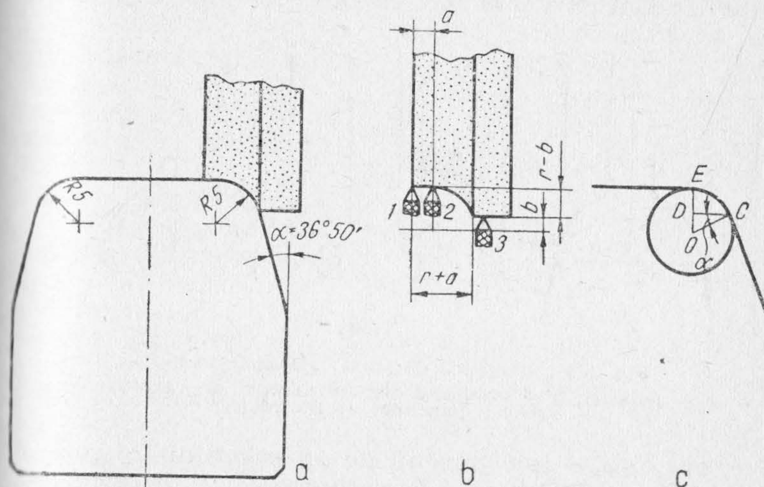


Fig. 5.30. Rectificarea șablonului profilat:
a — șablon; *b* — profilarea discului abraziv; *c* — schemă de calcul a punctului de racordare.

Profilarea discului abraziv se face în felul următor: vîrful diamantului se atinge ușor de periferia discului (poz. *3* fig. 5.30, *b*). Față de această poziție, discul abraziv se deplasează în jos, cu valoarea $r—b$, adică:

$$r-b=5-2{,}997=2{,}003 \text{ mm}.$$

Această deplasare se face după un pachet de cale și un comparator așezat pe coloana mașinii de rectificat plan.

În timpul profilării pietrei, diamantul descrie arce de cerc din poziția *2* în poziția *3*, deplasarea făcîndu-se numai pe orizontală.

Racordarea suprafeței drepte *a* cu raza *r* se face ca și în cazul precedent, adică prin balansări dese ale diamantului din poziția *1* în poziția *2*.

Cazul 2. Profilarea discului abraziv, pentru rectificarea unui profil, unde raza nu este completă, adică arcul de cerc nu se racordează în nici o parte (fig. 5.31, *a*).

Față de suprafața frontală a discului abraziv, profilul este deplasat cu 1 mm spre exterior, iar față de periferie

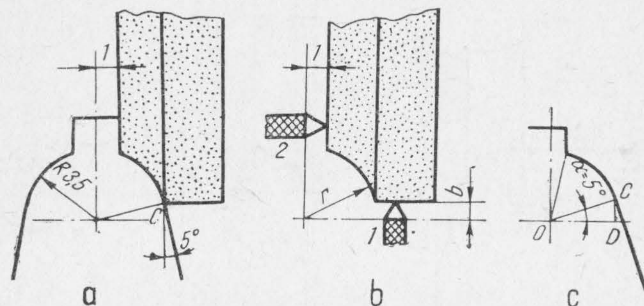


Fig. 5.31. Rectificarea unui poanson profilat:
a — poanson; *b* — profilarea discului abraziv; *c* — schemă de calcul a punctului de racordare.

cu cota *b*, care este punctul de racordare dintre rază și unghiul de 5°. Cota *b* este necunoscută și se calculează din triunghiul *OCD* (fig. 5.31, *c*):

$$b=CD=OC \sin \alpha=3{,}5 \sin 5°=3{,}5\times 0{,}08716=0{,}305 \text{ mm}.$$

Discul abraziv se profilează în felul următor: se fixează dispozitivul cu diamant pentru raza de 3,5 mm. Înainte de începerea profilării se rectifică frontal și periferic discul abraziv cu diamantul. Se atinge periferia pietrei cu diamantul fixat în balansor (poz. 1 fig. 5.30, *b*), apoi se deplasează piatra pe verticală cu cota *r—b*, măsurată cu cale și cu un comparator fixat pe glisierele mașinii,

$$r-b=3{,}5-0{,}305=3{,}195 \text{ mm}.$$

În această poziție comparatorul se fixează la zero. Deplasarea diamantului, cu 1 mm față de suprafața frontală, se realizează cu o cală de 2,5 mm (poziția 2). Se ridică discul abraziv în sus, se apropie de diamant cu cota 3,5—1=2,5 mm (după cale și comparator) și se începe pendularea dispozitivului.

Pe măsură ce diamantul profilează piatra, deplasîndu-se numai pe verticală, se ajunge la poziția zero de pe comparator, fixată la început. După profilare se verifică dacă poziția diamantului nu s-a schimbat între timp.

5.5.4. **Profilarea discurilor abrazive cu raze combinate.** Profilurile compuse din arce de cerc convexe și arce concave sînt foarte des întîlnite în sculării, la execuția șabloanelor sau a poansoanelor de ștanțat.

Pentru execuția profilului de la șablonul din fig. 5.32, *b* soluția cea mai ieftină este profilarea unui disc abraziv, cu întreg profilul (fig. 5.32, *a*) și apoi rectificarea șablonului.

În prima fază discul abraziv, se va profila cu o rază interioară de 10 mm, la care diamantul poate profila un semicerc, și apoi se va profila raza exterioară de 15 mm, care se va racorda în punctul *C* (fig. 5.32, *b*) cu raza de $10^{+0,01}_{0}$.

Punctul *C* fiind un punct de inflexiune, unde traiectoria diamantului la profilarea razei de $15^{+0,01}$ trebuie să fie oprită, se va calcula din triunghiul dreptunghic O_1DC (fig. 5.33, *d*).

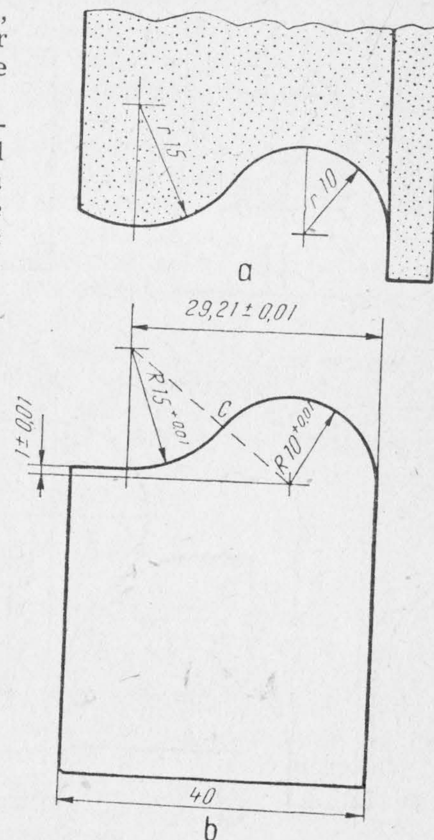
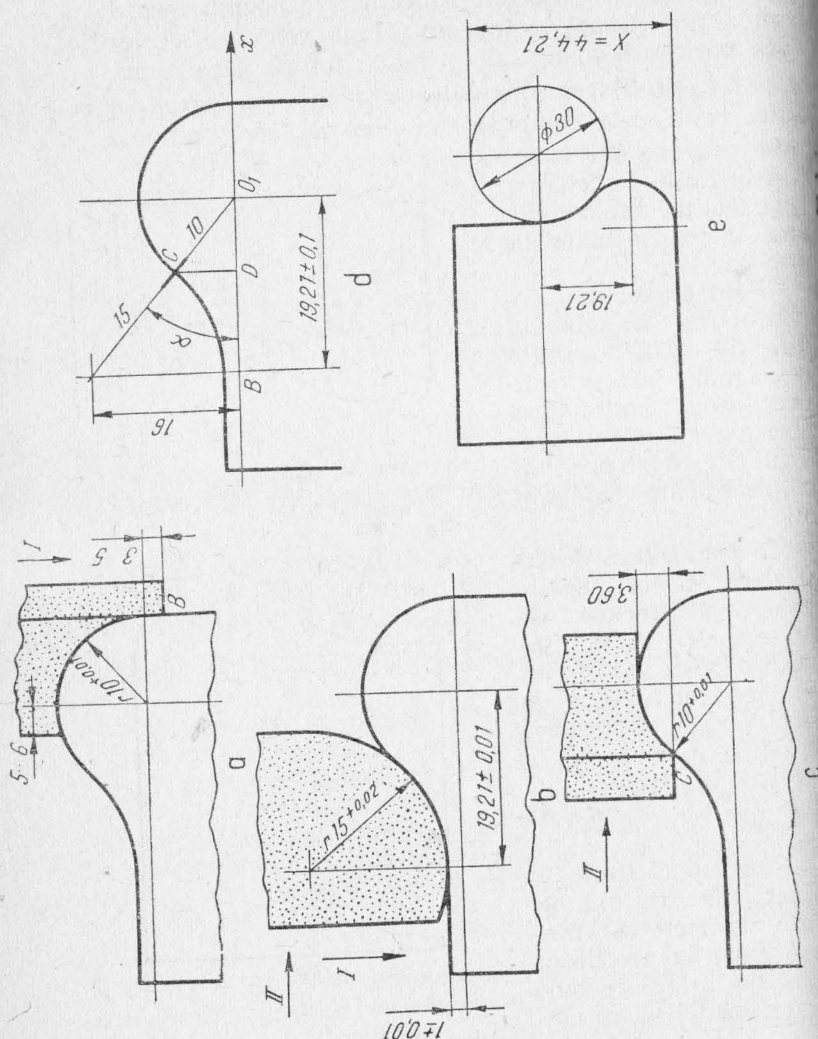


Fig. 5.32. Rectificarea profilului șablonului:
a — șablon; *b* — profilarea discului abraziv cu întreg profilul.



Mărimea unghiului α este:

$$\sin\alpha=\frac{OB}{OO_1}=\frac{16}{25}=0{,}64000;$$

$$\alpha=39°47'.$$

O altă metodă, mai des folosită, este profilarea pe porţiuni cu mai multe discuri abrazive (fig. 5.33).

În prima fază se profilează un disc abraziv, cu raza interioară de 10 mm, racordîndu-se cu suprafaţa B a şablonului (fig. 5.33, *a*) care depăşeşte centrul razei cu 5—6 mm.

În faza a doua (fig. 5.33, *b*) se profilează un disc abraziv cu raza exterioară de 15 mm. Se trece apoi la profilarea razei şablonului, respectîndu-se cota $1\pm0{,}05$ faţă de centrul razei de 10 mm. Cota dintre punctul cel mai înalt al razei de 10 mm şi suprafaţa dreaptă a razei de 15 mm, va fi de 10—1=9 mm, care se realizează prin deplasarea pietrei după direcţia *I*.

Prin deplasarea pietrei după direcţia *II*, se realizează cota de $19{,}21\pm0{,}01$, care este cota dintre centrele razelor. Fiindcă această cotă nu se poate măsura direct, se măsoară indirect cu ajutorul unui calibru cu diametrul de 30 mm (fig. 5.33, *e*). Cota peste calibru rezultă din suma cotelor 19,21 mm şi a celor două raze:

$$X=19{,}21+10+15=44{,}21\text{ mm}.$$

În faza a treia, se profilează discul abraziv, tot cu raza de 10 mm (fig. 5.33, *c*), care completează arcul de cerc profilat în prima fază.

În acest caz, discul profilat trebuie să asigure racordarea dintre raza de 10 mm şi cea de 15 mm, în punctul C. Acest punct de racordare se determină prin calcul (fig. 5.33, *d*) aflîndu-i coordonatele. În acest caz interesează distanţa CD de la axa X, ce trece prin centrul cercului cu raza de 10 mm, pînă la punctul de racordare:

$$CD=OO_1\sin 39°47'=10\sin 39°47'=10\times0{,}63966=$$

$$=6{,}396\approx 6{,}40\text{ mm}.$$

Înălțimea la care se va profila discul abraziv, cu raza de 10 mm, va fi:

$$10-CD=10-6,4=3,6 \text{ mm.}$$

Pe suprafața rectificată, în punctul cel mai înalt al razei de 10 mm, se întinde un strat subțire de vopsea decorativă (albastru de Prusia). Se atinge ușor, cu partea dreaptă a profilului, punctul cel mai înalt al razei, apoi se deplasează după direcția *II* și se rectifică din șablon pînă cînd se realizează racordarea, care se observă, printr-o curbă continuă fără denivelări.

Acestea sînt cazurile de profilare a discurilor abrazive cel mai des întîlnite. Desigur că apar și alte forme de profilări în construcția de SDV-uri. Dacă rectificatorul stăpînește cazurile discutate, va putea executa profiluri de orice complexitate.

5.5.5. **Profilarea discurilor abrazive cu raze mari.** În construcția de SDV-uri se întîlnesc destul de frecvent profiluri mari (considerîndu-se acelea cu raze peste 50 mm), pentru care se folosește dispozitivul de profilat din fig. 5.34.

Cu acest dispozitiv se vor profila discuri abrazive cu raze interioare și raze exterioare.

Profilul se obține prin pendularea plăcii de fixare în jurul bulonului *1*. Aceste dispozitive pot să aibă mai multe mărimi în funcție de raza ce trebuie executată.

Dispozitivul este compus din placa de bază *7*, pe care se rotește placa *2* în jurul bulonului *1*, a cărui axă constituie axa de rotație. Pe placa *2* culisează suportul *6* pe care se fixează diamantul cu care se profilează discul abraziv. Găurile din cele două plăci sînt identice, bulonul intrînd fără joc.

Pentru raze mici se folosește gaura cea mai apropiată de bază, iar pentru raze mari, gaura cea mai îndepărtată. Diamantul se fixează pe suportul *6* cu clema *9* ce se strînge cu șurubul *8*. Reglarea dispozitivului în vederea realizării unei raze interioare în discul abraziv, se fixează diamantul cu ajutorul calelor plan-paralele.

Cunoscînd distanța *a*, constantă, reglarea pentru profilarea pietrei cu raza *Y* se face cu un pachet de cale *H* a cărui mărime rezultă din relația (fig. 5.35):

$$H=a-r,$$

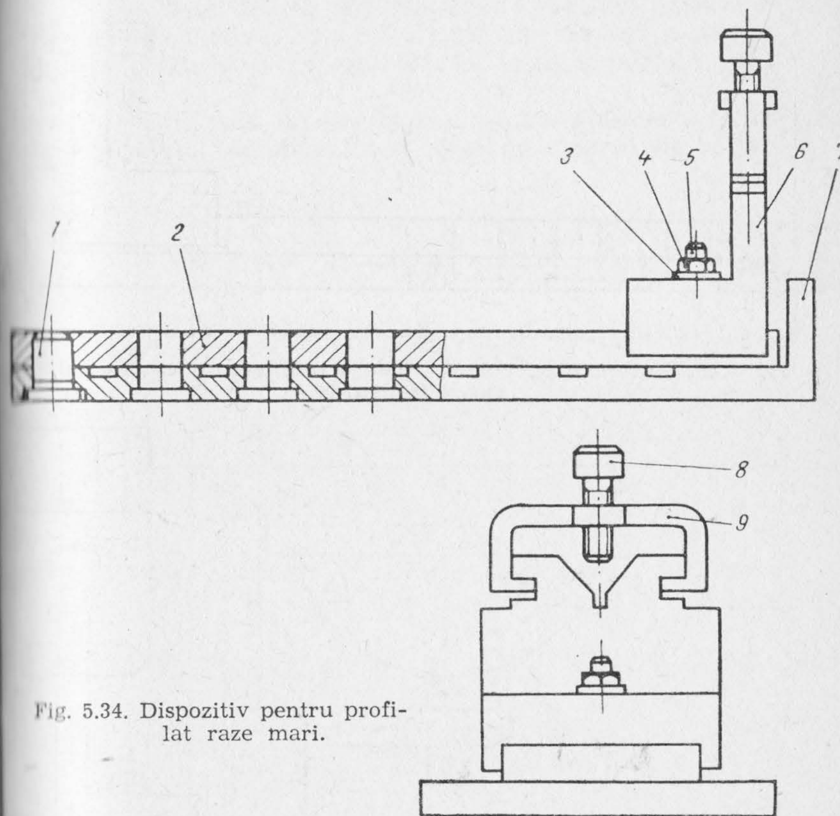


Fig. 5.34. Dispozitiv pentru profilat raze mari.

în care *a*, este distanța de la axa de rotație la bază, iar *r*, mărimea razei ce se profilează. Pentru profilarea în discul abraziv a unor raze exterioare, diamantul se fixează cu vîrful către axa de rotație (fig. 5.36).

Pachetul de cale pentru obținerea razei *r*, va rezulta din aceiași relație: $H=a-r$.

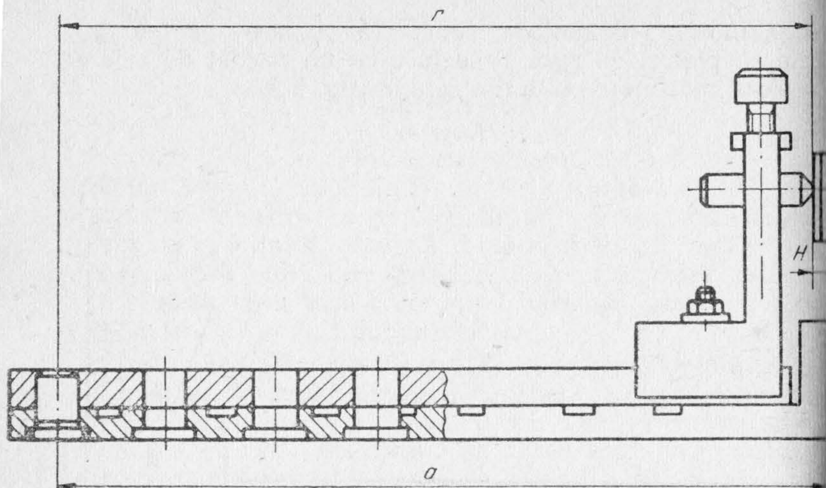


Fig. 5.35. Reglarea dispozitivului pentru profilarea unei raze interioare în piatră.

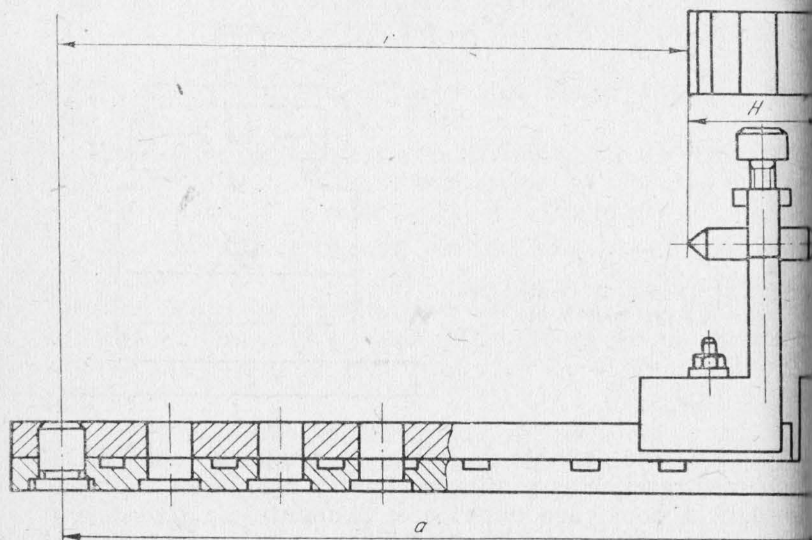


Fig. 5.36. Reglarea dispozitivului pentru profilarea unei raze exterioare în piatră.

Profilarea în discul abraziv cu rază exterioară se face ca în figura 5.37 cînd dispozitivul se așază cu baza pe placa electromagnetică.

5.5.5.1. Rectificarea arcelor de cerc fără profilarea discului abraziv. Rectificarea pieselor cu profiluri mari, convexe sau concave, se pot realiza uneori fără profilarea discurilor abrazive. În acest caz piesa se fixează pe suportul dispozitivului de profilat în locul suportului diamantului.

A. Rectificarea arcelor mari convexe. Piesa este fixată la o distanță corespunzătoare față de centrul de rotație

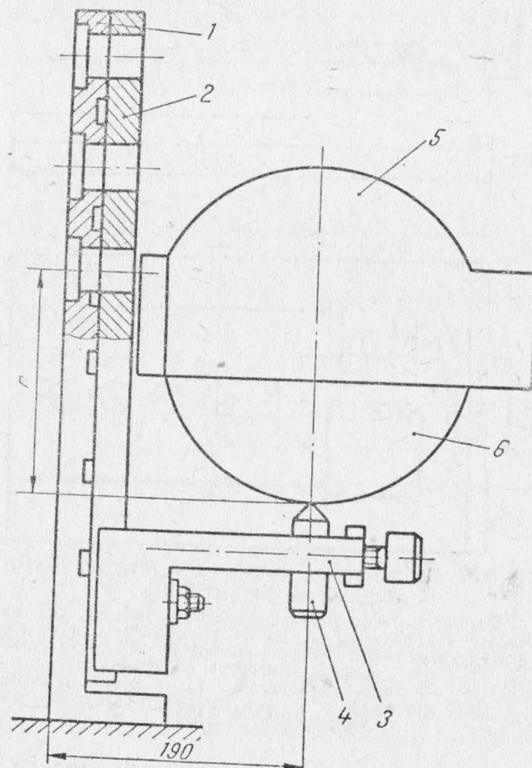


Fig. 5.37. Reglarea dispozitivului pentru profilarea razelor mari, exterioare.

al dispozitivului (fig. 5.38), astfel încît să se obțină raza necesară, luîndu-se în considerare adaosul de prelucrare.

Pentru profilarea piesei cu partea frontală a discului abraziv, dispozitivul, cu piesa fixată pe el, se așază pe placa electromagnetică, perpendicular pe suprafața discului.

Discul abraziv se îndreaptă frontal, cu diamantul, pe o înălțime mai mare decît grosimea piesei de rectificat. Prin rotirea manuală a dispozitivului se va descrie un arc de cerc, a cărui rază este egală cu distanța din centrul de rotație pînă la frontalul discului abraziv. Avansînd

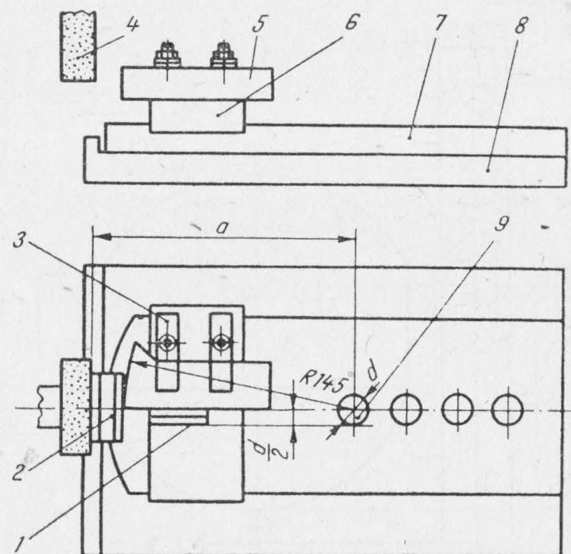


Fig. 5.38. Rectificarea unui profil fără ca discul abraziv să fie profilat:

1 — pachet de cale pentru așezarea piesei pe axa de simetrie a capului; 2 — pachet de cale pentru determinarea razei r=145 mm; 3 — bride de strîngere frontală; 4 — disc abraziv îndreptat cu diamantul; 5 — piesă; 6 — placă deplasabilă; 7 — placă mobilă; 8 — placă de bază; 9 — cep în jurul căruia se rotește placa mobilă.

piesa către disc, și în același timp rotind piesa în fața discului abraziv, distanța se va micșora pînă ajunge egală cu raza cerută.

B. Rectificarea arcelor mari concave. Rectificarea arcelor de cerc cu rază interioară se face cu periferia discului abraziv (fig. 5.39).

Raza discului abraziv este mai mică decît raza de rectificat, adică:

$$\frac{\text{raza discului abraziv}}{\text{raza piesei}} < 1.$$

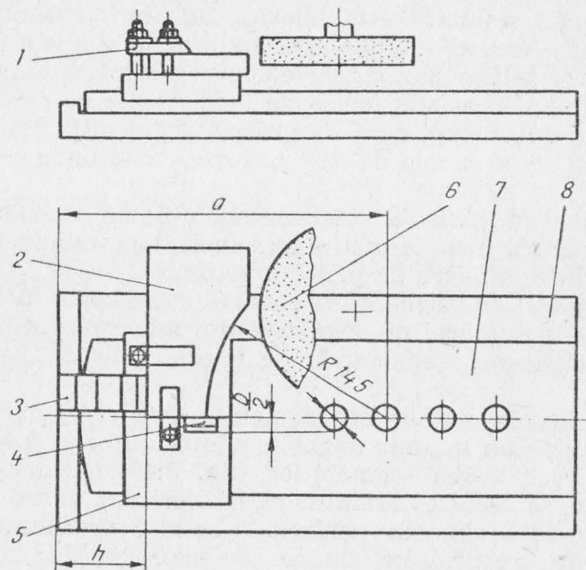


Fig. 5.39. Fixarea piesei pentru rectificat raza concavă cu periferia discului abraziv:

1 — cleme de strîngere; 2 — piesă de rectificat; 3 — pachet de cale plan-paralele cu care se reglează mărimea razei; 4 — pachet de cale plan-paralele ce determină poziția razei față de centrul de rotație (pachetul de cale este egal cu D/2, D fiind diametrul cepului în jurul căruia se face rotația); 5 — suport de fixare; 6 — disc abraziv a cărui rază este mai mică decît raza ce se rectifică; 7 — placă mobilă; 8 — placă de bază.

Rectificarea se face întotdeauna în așa fel încît avansul pentru rectificare, adică cursa activă să fie pendulată în sens contrar sensului de rotație al discului abraziv.

Piesa se strînge cu cleme în poziţia stabilită avînd un adaus de rectificare de 0,3 . . . 0,4 mm.

La rectificarea arcelor cu rază concavă dispozitivul stă pe bază în poziţie verticală, fixat lîngă un colţar. Discul abraziv se află deasupra piesei şi se va rectifica pendulînd piesa în stînga şi în dreapta.

Prin avansarea capului de rectificat pe verticală se obţine raza prevăzută în desen.

5.5.6. **Rectificarea arcelor cu dispozitive speciale.** În construcţia ştanţelor este folosită, adeseori, execuţia din segmenţi. Această metodă este aplicată la ştanţele pentru fabricarea tolelor motoarelor electrice. Segmenţii sînt aşezaţi într-un locaş sub formă de inel. Arcele de cerc exterioare şi interioare, care încadrează segmenţii, trebuie să fie identice cu arcele de cerc din locaşurile unde se montează.

Pentru a garanta interschimbabilitatea acestor segmenţi, unghiul la centru şi grosimea lor trebuie executate prin rectificare de înaltă precizie.

Numărul de segmenţi ce compun ştanţa este diferit, în funcţie de numărul de crestături din tola motorului. Pentru rectificarea segmenţilor se folosesc dispozitive speciale.

La fiecare număr de segmenţi, care compun ştanţa, corespunde un anumit unghi la centru (tabelul 5.4).

La rectificarea segmenţilor (fig. 5.40) cu dispozitive speciale, se rectifică arcul de cerc interior şi exterior, asigurîndu-se o simetrie perfectă a cotelor profilului.

Pentru rectificarea arcului de cerc exterior se foloseşte dispozitivul din fig. 5.41, strîngerea segmentului făcîndu-se cu o pîrghie asupra căreia acţionează un şurub. Dispozitivul se fixează între vîrfuri, găurile de centrare din dornul *6* fiind baza tehnologică faţă de care se măsoară raza. Prin rotirea manuală a dispozitivului, în stînga şi în dreapta, pe sub periferia discului abraziv, se obţine raza *R*, care se măsoară prin comparaţie cu calele plan paralele.

Rectificarea razei interioare se face cu dispozitivul din fig. 5.42 care se compune din două părţi: un colţar *1* cu bazele perpendiculare şi dispozitivul propriu-zis, care se roteşte pe un cep *9*. Piesa se fixează în dispozitiv pe su-

Tabelul 5.4

Unghiurile la împărţirea cercului în 100 părţi

Nr. de părţi	Unghiul			Nr. de părţi	Unghiul			Nr. de părţi	Unghiul			Nr. de părţi	Unghiul		
	Grade	Minute	Secunde		Grade	Minute	Secunde		Grade	Minute	Secunde		Grade	Minute	Secunde
1	360	00	00	26	13	50	45	51	7	0,3	31,8	76	4	44	12,5
2	180	00	00	27	13	20	00	52	6	55	23	77	4	40	31,1
3	120	00	00	28	12	51	25,8	53	6	47	32,8	78	4	36	55,4
4	90	00	00	29	12	24	49,6	54	6	40	00	79	4	33	25
5	72	00	00	30	12	00	00	55	6	32	43,6	80	4	30	00
6	60	00	00	31	11	36	46,5	56	6	25	42,9	81	4	20	40
7	51	25	43	32	11	15	00	57	6	18	56,8	82	4	23	24,9
8	45	00	00	33	10	54	32,7	58	6	12	24,8	83	4	20	14,4
9	40	00	00	34	10	35	17,5	59	6	06	06,1	84	4	17	08,5
10	36	00	00	35	10	17	08,6	60	6	00	00	85	4	14	07
11	32	43	38	36	10	00	00	61	5	54	05,9	86	4	11	09,8
12	30	00	00	37	9	43	47	62	5	48	23,2	87	4	08	16,5
13	27	41	32	38	9	28	25	63	5	42	51,4	88	4	05	27,3
14	25	42	51,5	39	9	13	50,8	64	5	37	30	89	4	02	41,8
15	24	00	00	40	9	00	00	65	5	32	18,5	90	4	00	00
16	22	30	00	41	8	46	49,8	66	5	27	16,3	91	3	57	21,7
17	21	10	35	42	8	34	17	67	5	22	23,3	92	3	54	46,8
18	20	00	00	43	8	22	19,5	68	5	17	38,7	93	3	52	15,5
19	18	56	50	44	8	10	54,5	69	5	13	02,6	94	3	49	47,3
20	18	00	00	45	8	00	00	70	5	08	34,3	95	3	47	22,1
21	17	08	34	46	7	49	33,5	71	5	04	13,5	96	3	45	00
22	16	21	49	47	7	39	34,5	72	5	00	00	97	3	42	40,8
23	15	39	07	48	7	30	00	73	4	55	53,3	98	3	40	24,5
24	15	00	00	49	7	20	49	74	4	51	53,5	99	3	38	10,9
25	14	24	00	50	7	12	00	75	4	48	00	100	3	36	00

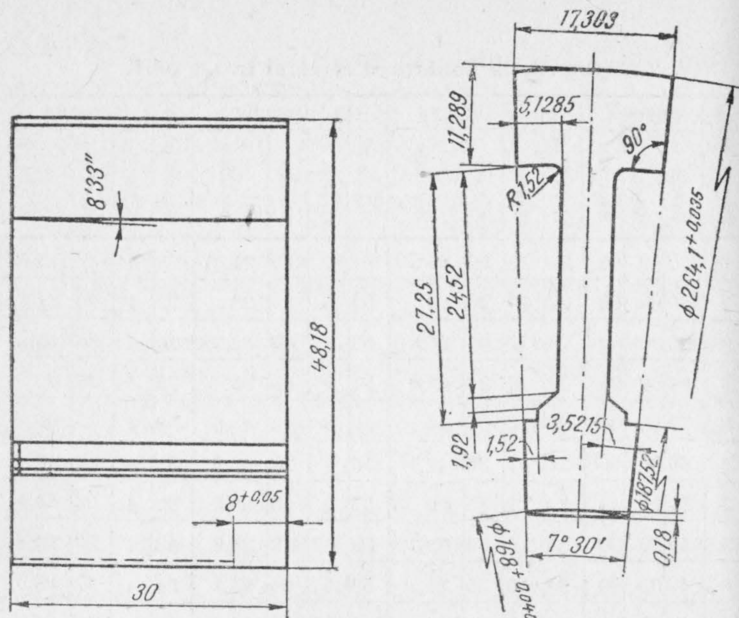


Fig. 5.40. Segment de matriță pentru ștanțarea crestăturilor la statorul unui motor electric.

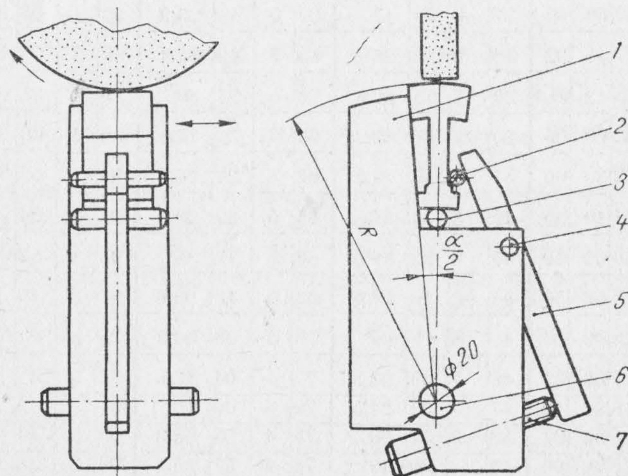


Fig. 5.41. Dispozitiv pentru rectificat raza exterioară a unui segment:

1 — corpul dispozitivului; 2 — dorn intermediar pentru strîngere; 3 — calibru; 4 — bolț; 5 — pîrghie; 6 — dorn cu găuri de centruire; 7 — șurub de strîngere.

prafața înclinată prin intermediul unui dorn 3 apăsat de un șurub 4.

Diametrul discului abraziv trebuie să fie mai mic decît diametrul arcului de cerc al segmenților.

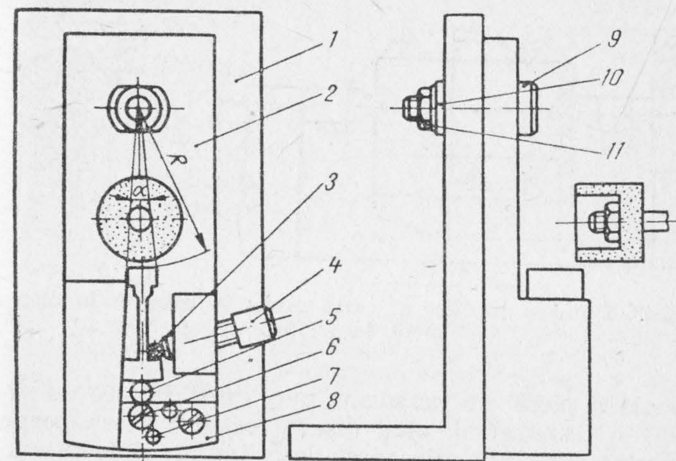


Fig. 5.42. Dispozitiv pentru rectificat raza interioară a unui segment:

1 — corpul dispozitivului; 2 — placă mobilă; 3 — dorn intermediar pentru strîngere; 5 — calibru; 6 — șurub; 7 — știft; 8 — placă; 9 — bolț; 10 — șaibă; 11 — piuliță.

Pentru a se asigura precizia de execuție a segmenților și pentru a nu se produce erori din cauza prafului abraziv ce se depune între baza segmentului și dispozitiv, se folosește un calibru dorn, care se introduce între cele două suprafețe.

5.5.7. **Rectificarea profilurilor în dispozitivul cu vîrfuri.** Folosirea dispozitivului cu vîrfuri pentru rectificarea profilurilor exclude profilarea cu diamant, profilul obținîndu-se prin rotirea piesei în jurul vîrfurilor dispozitivului.

Pentru a face posibilă executarea razelor cît mai mici, vîrfurile dispozitivului se rectifică pînă aproape de axa de simetrie (fig. 5.43).

În dispozitivul cu vîrfuri, piesele se pot rectifica longitudinal, cînd periferia discului abraziv rectifică din piesă, în lungul axei (arcul de cerc obţinîndu-se prin rotirea

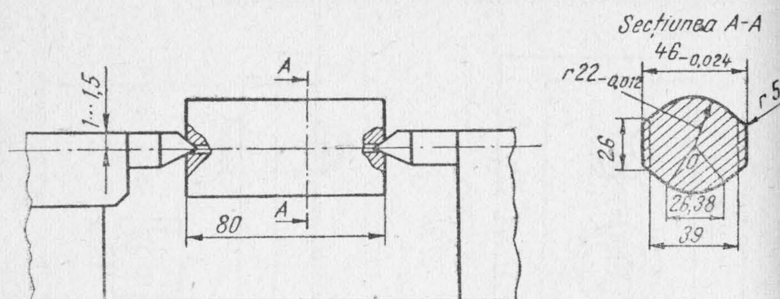


Fig. 5.43. Poanson profilat al cărui profil se execută în dispozitivul cu vîrfuri.

manuală a piesei cu un avans mic, după fiecare cursă a mesei) şi transversal, cînd discul rectifică piesa perpendicular pe axa de rotaţie, piesa descriind arcul de cerc tangent la periferia discului abraziv. La rectificarea transversală, avansul se realizează în sens invers sensului de rotaţie a discului abraziv.

Rectificarea unui profil simetric. Între vîrfurile dispozitivului se pot rectifica profiluri perfect simetrice faţă de axa vîrfurilor. Profilul din fig. 5.44 este un poanson pentru ştanţat forma intrefierului dintre rotorul şi statorul unui motor electric.

Arcul de cerc cu raza de 22 mm se racordează în patru puncte simetrice, sub un unghi de 36°50′. Lungimea corzii între cele două puncte de racordare este de 26,38 mm.

Deoarece baza tehnologică de lucru pentru rectificarea poansonului sînt găurile de centrare, acestea se vor rectifica la o maşină de rectificat interior, îndepărtîndu-se oxizii şi eventualele lovituri, sau pe o maşină de rectificat găuri de centrare.

Măsurarea cotei, ce atinge punctul de racordare, se face indirect aşa cum se arată în fig. 5.44.

5.5.8. Exemple de rectificare a profilurilor pe maşina de rectificat plan orizontală. În cazurile care urmează este arătată profilarea prin rectificare a diferitelor poansoane şi segmenţi precum şi calculele pentru măsurarea cotelor.

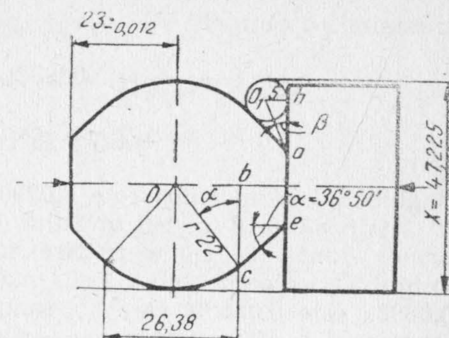


Fig. 5.44. Schema de calcul pentru măsurarea cotei peste calibru, cînd se racordează arcul de cerc cu unghiul de 36°50.

Exemplul 1. Profilarea şi controlul poansonului din fig. 5.45 nu poate fi făcută pînă nu se calculează toate cotele necesare profilării.

Deoarece pe desen nu este indicat unghiul piesei, acesta trebuie calculat.

Calculul unghiului γ:

$$\gamma = \alpha - \beta.$$

Nu se cunoaşte unghiul α şi β, dar se pot calcula din triunghiul *OEF* şi respectiv, *OES*, astfel:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{6{,}5 - 2 \cdot 1{,}4}{2}}{5{,}25} = \frac{1{,}8}{5{,}25} = 0{,}34285;$$

$$\alpha = 18°55'29'';$$

$$\sin \beta = \frac{1{,}9 - 1{,}4}{OF} = \frac{0{,}5}{OF};$$

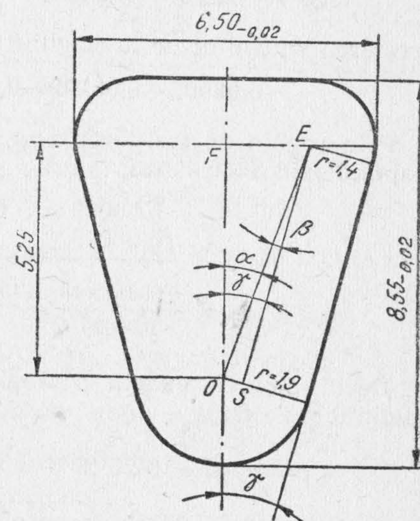


Fig. 5.45. Schemă de calcul pentru determinarea unghiului γ.

cota OF se calculează din triunghiul OEF

$$OF=\sqrt{1,85^2+5,25^2}=\sqrt{3,4425+27,5625}=5,56 \text{ mm}.$$

Înlocuind se obține:

$$\sin \beta=\frac{0,5}{0,56}=0,08902; \text{ de unde:}$$

$$\beta=5°6'25''.$$

Unghiul, al cărui sinus este 0,08902, se găsește în anexa *II* „Îndrumătorul rectificatorului de precizie“, care cuprinde funcțiile trigonometrice naturale din minut în minut. În coloana sinus, cea mai apropiată valoare de 0,08902 este 0,08889, care corespunde unghiului de 5°6'. Pentru a afla exact valoarea unghiului și în secunde, aceasta se calculează prin interpolare.

Se află creșterea sinusului pentru 1'=60" de la unghiul 5°6' la 5°7':

$$\sin 5°7'-\sin 5°6'=0,08918-0,08889=0,00029.$$

Creșterea sinusului de la unghiul 5°6' la unghiul β va fi:

$$0,08902-0,08889=0,00013.$$

Prin regula de trei simplă se află la cîte secunde corespunde $\sin S=0,00013$;

$$\begin{array}{ll} 0,00029 \ldots & 60'' \\ 0,00013 & x \end{array}$$

$$x=\frac{0,00013\times 60}{0,00029}=\frac{13\times 60}{2}=25''.$$

Deci valoarea exactă a unghiului $\beta=5°6'25''$.

Unghiul γ va fi:

$$\gamma=\alpha-\beta=18°55'29''-5°6'25''=13°49'4''.$$

— Calculul grosimii poansonului. Grosimea poansonului se măsoară indirect pe placa de control, cu comparatorul și cu cale plan-paralele (fig. 5.46).

— Calculul unghiului δ:

$$\delta=\frac{90°-13°49'4''}{2}=\frac{89°59'60''-13°49'4''}{2}=\frac{76°10'56''}{2};$$

$$\delta=38°5'28''.$$

— Cota a se calculează din triunghiul OEF:

$$a=1,9 \text{ tg } \delta=1,9 \text{ tg}\cdot 38°5'28''.$$

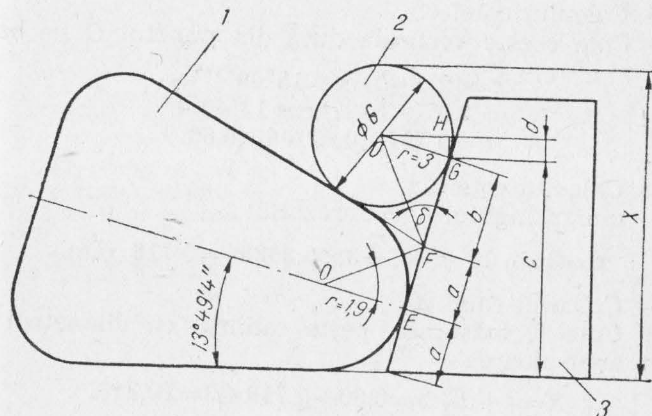


Fig. 5.46. Schemă de calcul pentru măsurarea grosimii profilului:
1 — poanson; 2 — calibru; 3 — prismă de reazem.

În tabelele trigonometrice se găsește valoarea tg 38°5'=0,78363.

Pentru tg 28" se află valoarea prin interpolare:

$$\text{tg } 38°6'-\text{tg } 38°5'=0,78410-0,78363=0,00047.$$

Prin regula de trei simplă se obține valoara tg 28":

$$\begin{array}{ll} 60'' & 0,00047 \\ 28'' & x \end{array}$$

$$x=\frac{0,00047\cdot 28}{60}=\frac{0,0316}{60}=0,00021;$$

tg 28″+tg 38°5′; se obține: 0,00021+0,78363=0,78384.

Deci cota a va fi:

$$a=1{,}9\times0{,}78384=1{,}489 \text{ mm};$$
$$2\,a=2\times1{,}489=2{,}978 \text{ mm}.$$

— Calculul cotei b:
din triunghiul O_1GF rezultă:

$$b=3 \operatorname{cotg} \delta=3 \operatorname{cotg} 38°5'28''=3\cdot1{,}27576=3{,}827 \text{ mm}.$$

— Calculul cotei c:
Cota c este verticala dusă din punctul G pe bază:

$$c=(2\,a+b)\cos 13°49'4''=$$
$$=(2{,}97+3{,}827)\cos 13°49'4''$$
$$c=6{,}797\times0{,}97106=6{,}60.$$

— Calculul cotei d:
din triunghiul O_1GH rezultă:

$$d=3\sin 13°49'4''=3\times0{,}23884=0{,}716 \text{ mm}.$$

— Calculul cotei X
Cota X măsurată peste calibrul cu diametrul de 6 mm are valoarea

$$X=c+d+3=6{,}60+0{,}716+3=10{,}316.$$

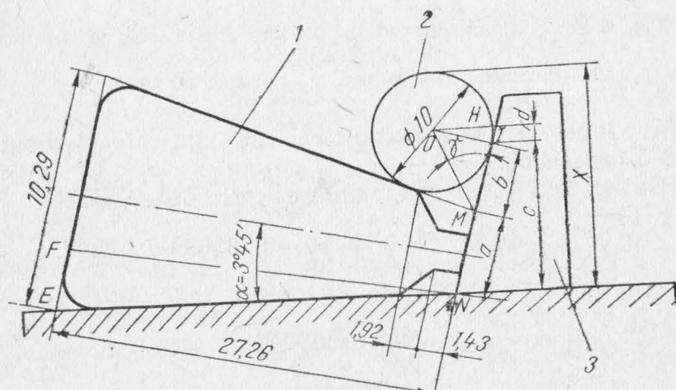


Fig. 5.47. Schemă de calcul pentru măsurarea grosimii poansonului:
1 — poanson; 2 — calibru; 3 — prismă de reazem.

Cota X se măsoară cu un pachet de cale și comparator pe masa de control.

Exemplul 2. Poansonul din (fig. 5.47) și (fig. 5.48) se folosește la decuparea crestăturii din tolele statorului unui motor electric.

Poansoanele fiind interschimbabile, execuția profilului acestora trebuie făcută foarte precis prin rectificare. Măsurarea grosimii poansonului și a înălțimii lui se face indirect așa cum se vede în schemele de calcul.

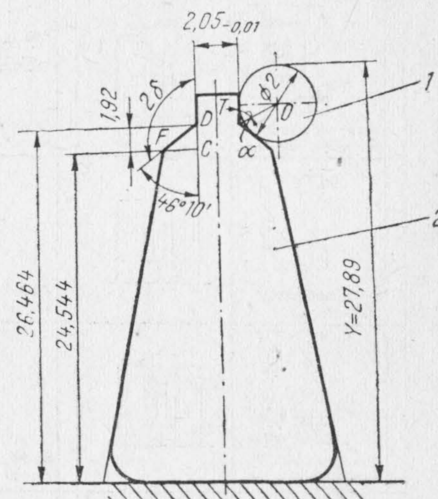


Fig. 5.48. Schemă de calcul pentru măsurarea înălțimii poansonului:
1 — calibru dorn;
2 — poanson.

În tabelul 5.5 este arătat planul de operații pentru rectificarea profilului segmenților care fac parte din matrița de tăiere a unei ștanțe succesive, iar în tabelul 5.6 este prezentat planul de operații pentru execuția poansoanelor de la aceiași ștanță.

5.5.9. **Rectificarea după șablon a profilurilor interioare.** Conturul interior profilat al unei piese conjugate, cum sînt ștanțele și poansoanele sau diferite calibre, se poate realiza precis prin rectificarea interioară a profilului prin copiere, după șablon.

Tabelul 5.5

Plan de operații pentru segmenți

Rectificat eboșat înclinația		Rectificat profil I degroșat	
Rectificat eboșat fața mare-înălțimea		Rectificat profil I finisat	
Rectificat eboșat înălțimea		Rectificat profil II eboșat	
Rectificat finit înălțime fața mare		Rectificat profil II finisat	
Rectificat finit înălțime fața mică		Rectificat degajarea	
Rectificat finit înclinație - 2 fețe		Rectificat raza exterioară	

Tabelul 5.5 (continuare)

Rectificat lungimea		Rectificat cota 6,5 și 47,78	
Rectificat cota 6,01		Rectificat lungimea	
Rectificat		Rectificat raza pentru știftul de blocare	

Pentru această operație se folosesc mașini de rectificat plan, prevăzute cu un dispozitiv auxiliar cu broșă verticală, care se montează pe mașină. De exemplu mașina cehoslovacă tip BPH 20 NA (fig. 5.59).

Pentru a se putea realiza procesul de așchiere la rectificare, viteza minimă a discului abraziv trebuie să fie cel puțin 11 m/s.

Din relația vitezei, rezultă diametrul minim al pietrei de rectificat,

$$d = \frac{60 \times 1\,000 \times v}{\pi \cdot n} = \frac{60 \times 1\,000 \times 11}{3{,}14 \times 18\,000} = 11{,}7 \text{ mm}.$$

Se pot, deci, rectifica numai profiluri cu raze de racordare peste 5,85 mm.

Folosirea pietrelor de rectificat cu diametre mai mici de 11 mm nu este indicată deoarece grăunții abrazivi, din cauza vitezei periferice mici, se desprind înainte de a-și pierde capacitatea de așchiere.

Rectificarea interioară a profilurilor se realizează cu o precizie de 0,01—0,02 mm. Principiul este simplu. Sub

Plan de operații pentru poansoane *Tabelul 5.6*

Nr. crt.	Operația	Fixare sau control	Nr. crt.	Operația	Fixare sau control
1	Debitare		9	Rectificat înclinația-ebosat	
2	Rabotare		10	Rectificat, vinclat înălțimea	
3	Rectificare		11	Rectificat înălțimea-finisat	
4	Găurire		12	Rectificat profilul-simetric	
5	Frezat înclinația		13	Rectificat profilul-finisat	
6	Frezat înclinația		14	Rectificat raza 1,52	
7	Frezat înclinația		15	Rectificat înclinația 0°7'	
8	Călire: 62–64 HR_c Revenire: 61–63 HR_c				

piesa ce trebuie rectificată, cu profilul interior închis, se găsește un șablon cu profilul identic. Acesta este fixat de piesa de prelucrat, în așa fel încît axele celor două profiluri să se suprapună.

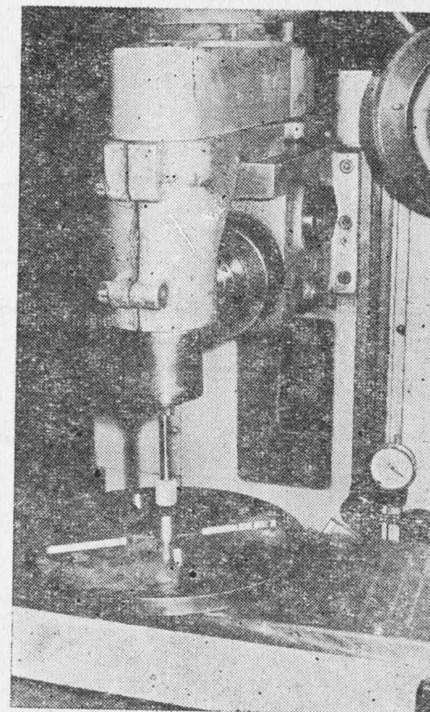


Fig. 5.49. Mașină de rectificat plan BPH 20 NA, prevăzută cu broșă verticală pentru rectificare după șablon.

5.5.9.1. **Exemple practice de rectificare a profilurilor prin copiere.** Prin rectificarea profilului interior (fig. 5.50) și a profilului exterior (fig. 5.51), care formează părțile componente ale unei ștanțe s-a făcut următoarea pregătire:

S-a trasat un șablon pe mașina de găurit în coordonate cu cotele poansonului (fig. 5.51 poz. 1).

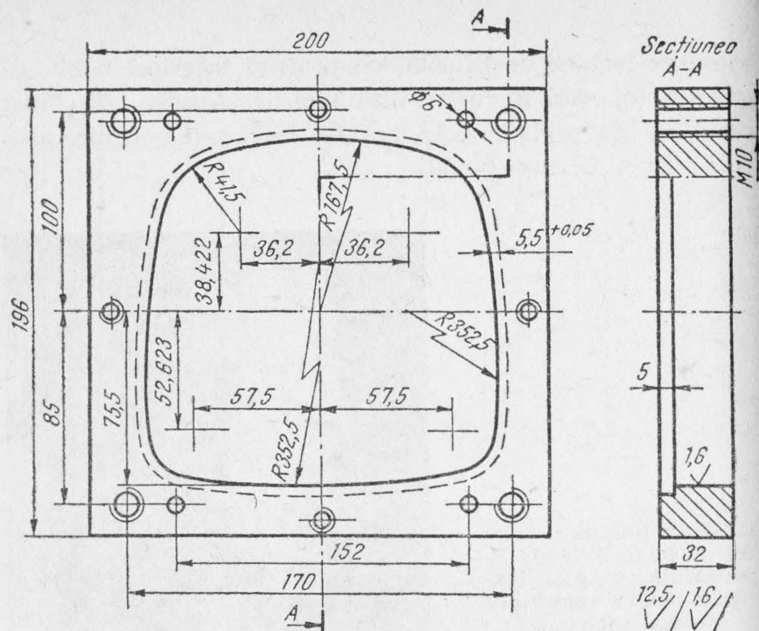


Fig. 5.50. Profilul interior al unei ștanțe.

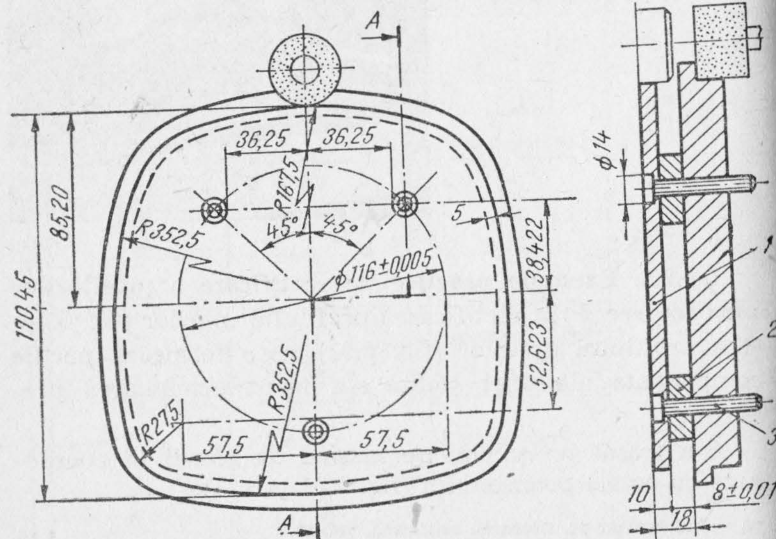


Fig. 5.51. Rectificarea poansonului după șablon: 1 — șablon; 2 — distanțier; 3 — șurub de fixare.

Profilul poansonului s-a executat prin frezare și ajustare precisă.

După profilul exterior s-a executat un șablon cu profilul interior, din rășini sintetice de tipul dentacril. Profilul interior al șablonului (fig. 5.52) este frezat mai mare cu 4 mm pe o parte a conturului neregulat și cu un șanț pe periferia conturului, care are rolul de a face să adere mai bine rășina.

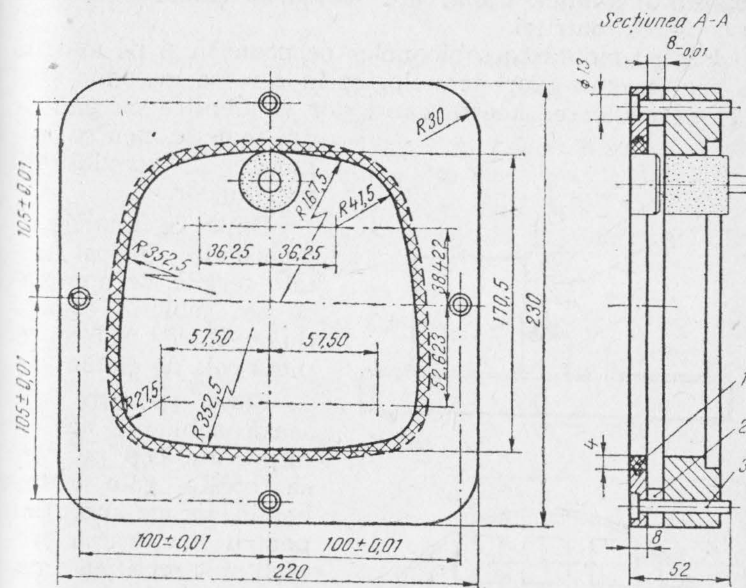


Fig. 5.52. Rectificarea matriței după șablon: 1 — șurub de fixare; 2 — distanțier; 3 — șablon.

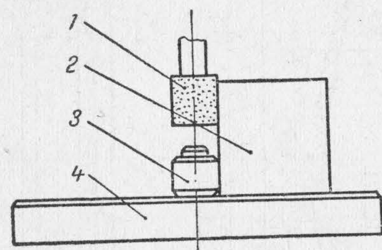
Turnarea rășinii sintetice se face simplu. Pe o placă dreaptă, încălzită la 30—40°C, se așază șablonul cu profil interior. În interiorul lui se introduce șablonul etalon cu profil la exterior și se centrează în așa fel ca golul între ele să fie uniform. Se pregătește amestecul de rășină

sintetică și se toarnă în stare fluidă în golul dintre șabloane.

După turnare șablonul nu se mișcă 6 ore, timp în care se face polimerizarea rășinii.

De cele mai multe ori se poate folosi ca etalon însăși poansonul ștanței, după care se toarnă șablonul necesar la copierea matriței.

Pentru montarea șabloanelor pe poansón și pe matriță se vor executa găuri tehnologice în care se introduc știfturi de centrare. Aceste găuri vor fi identice cu găurile din matrițe, pentru asigurarea coaxialității profilurilor.



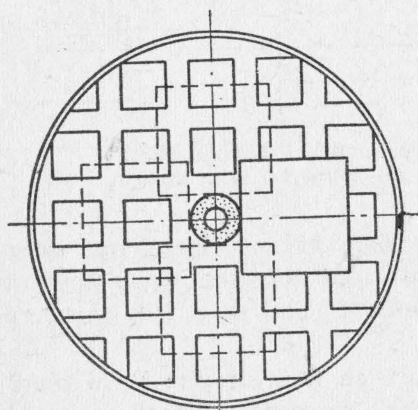


Fig. 5.53. Centrarea rolei față de discul abraziv:

1 — discul abraziv; 2 — cub; 3 — rolă; 4 — masa mașinii.

După ce matrița și poansonul au fost tratate termic, se montează pe șablon, așezîndu-se între șablon și piesă role de distanțare.

Masa pe care glisează șablonul are la mijloc un cep pe care se rotește rola schimbabilă, iar pe suprafață pentru micșorarea frecării sînt rectificate caneluri cu adîncimea 0,1 mm.

Centrarea rolei față de discul abraziv.

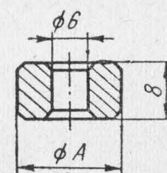
Verificarea coaxialității dintre rolă și discul abraziv se face (cînd piatra abrazivă are diametrul rolei) cu un cub cu suprafețele rectificate perpendicular, care se apropie de rolă din două direcții perpendiculare (fig. 5.53).

Amprenta lăsată pe suprafața cubului de către discul abraziv, în mișcarea de rotație, trebuie să fie foarte mică și uniformă pentru toate direcțiile controlate.

5.5.9.2. **Rectificarea profilului interior.** Pe șablonul cu profilul interior se montează matrița, fixîndu-se cele patru știfturi tehnologice (v. fig. 5.52). Lungimea pietrei trebuie să fie de 20 mm.

Rectificarea se face prin mai multe treceri ale profilului prin fața discului abraziv, la fiecare trecere folosindu-se o rolă cu diametrul din ce în ce mai mic. La finisare, rola are diametrul egal cu cel al discului abraziv. Setul de role se compune din zece bucăți (fig. 5.54).

Rectificarea părții cu degajarea de $5{,}5_0^{+0{,}05}$ pe o adîncime de 5 mm, se face fie din aceiași prindere, folosindu-se șablonul, fie folosind partea rectificată ca șablon, fără să mai fie nevoie de un șablon special construit.



Nr rolei	ϕ A
1	$9{,}45_{-0{,}01}$
2	$9{,}40_{-0{,}01}$
3	$9{,}35_{-0{,}01}$
4	$9{,}30_{-0{,}01}$
5	$9{,}25_{-0{,}01}$
6	$9{,}20_{-0{,}01}$
7	$9{,}15_{-0{,}01}$
8	$9{,}10_{-0{,}01}$
9	$9{,}05_{-0{,}01}$
10	$9{,}00_{-0{,}01}$

Fig. 5.54. Role. Dimensiunile garniturii.

Discul abraziv cu care se rectifică degajarea va avea diametrul de 20 mm. Raza rolei pentru rectificarea finală va fi:

$$R_r = R_p - 5{,}5 = 10 - 5{,}5 = 4{,}5 \text{ mm},$$

unde R_p este raza pietrei abrazive (10 mm), iar R_r este raza rolei finale.

Diametrul rolei finale va fi:

$$2\,R_r = 2 \times 4{,}5 = 9 \text{ mm}.$$

Rectificarea se face prin mai multe treceri succesive, folosind role cu diametrul din ce în ce mai mic, la fiecare trecere rectificîndu-se 0,05 mm (fig. 5.55). Pe măsură ce se uzează discul abraziv, acesta se va îndrepta cu diamantul, folosindu-se din trusă rolele corespunzătoare.

5.5.9.3. **Rectificarea profilului exterior.** Rectificarea profilului exterior al poansonului se execută după şablonul cu profil exterior. Rola se plimbă pe exteriorul profilului, apăsată uşor, pentru a fi întotdeauna în contact cu şablonul. La finisare, diametrul rolei este egal cu diametrul discului abraziv. Pentru a se realiza jocul între poanson şi matriţă, de 0,04 mm pe o parte, raza rolei de finisare va fi mai mică cu 0,04 mm.

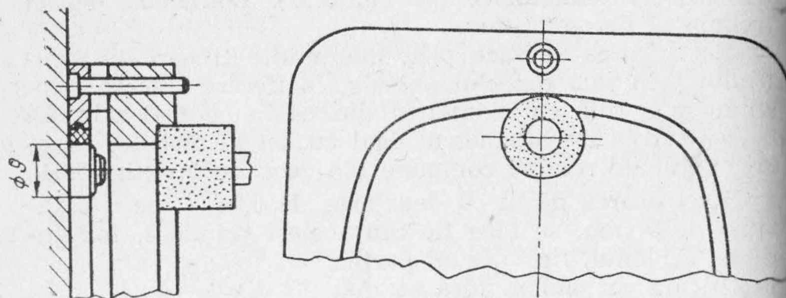


Fig. 5.55. Schema rectificării degajării matriţei.

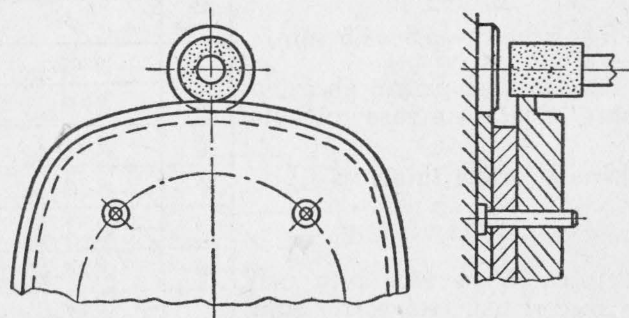


Fig. 5.56. Schema rectificării conturului exterior al poansonului.

Rectificarea umărului profilului cu grosimea de $5{,}5_{0}^{+0{,}05}$ se face după şablon, din aceiaşi prindere, folosindu-se un disc abraziv corespunzător cu diametrul de 20 mm (fig. 5.56).

Raza rolei de finisare va fi:

$$R_r = R_p - 5{,}5 = 10 - 5{,}5 = 4{,}5 \text{ mm},$$

unde R_p este raza pietrei abrazive, iar R_r este raza rolei finale. Diametrul rolei de finisare va fi de 9 mm.

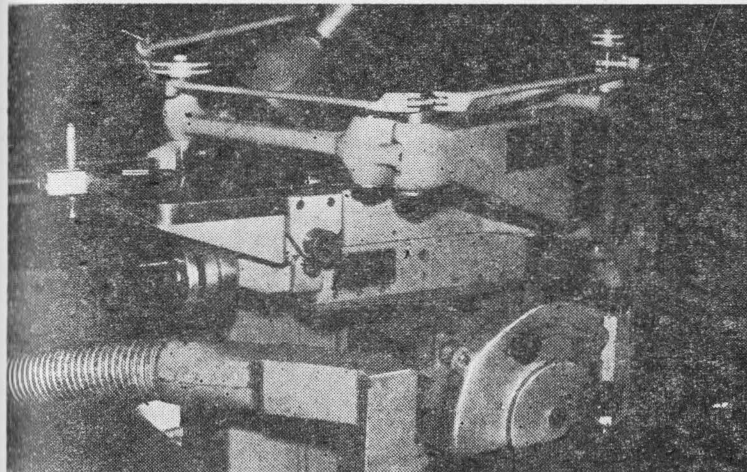


Fig. 5.57. Aparatul Diaform.

5.5.10. **Aparatul de profilat pietre abrazive „Diaform".** Diaformul este un aparat de precizie construit din subansambluri precise şi introdus în tehnica rectificării profilurilor. Diaformul de tip 5 este destinat pentru montarea pe maşinile de rectificat plan cu ax orizontal (fig. 5.57) sau pe alte maşini de rectificat.

Avantajul acestui aparat constă în aceia că profilarea discului abraziv se poate face continuu de cîte ori profilul s-a uzat, fără a deregla maşina de rectificat şi fără a deregla piesa de pe masa maşinii (fig. 5.58).

Profilul este transpus de la un şablon la piatra de rectificat cu ajutorul unui pantograf *1*, folosind un palpator *2*, care urmăreşte profilul şablonului şi o sculă de diamant *3*, care copiază profilul în piatra abrazivă.

În funcţie de raportul pantografului aparatele Diaform lucrează cu şabloane mărite de 5 sau 10 ori faţă de profilul discului abraziv.

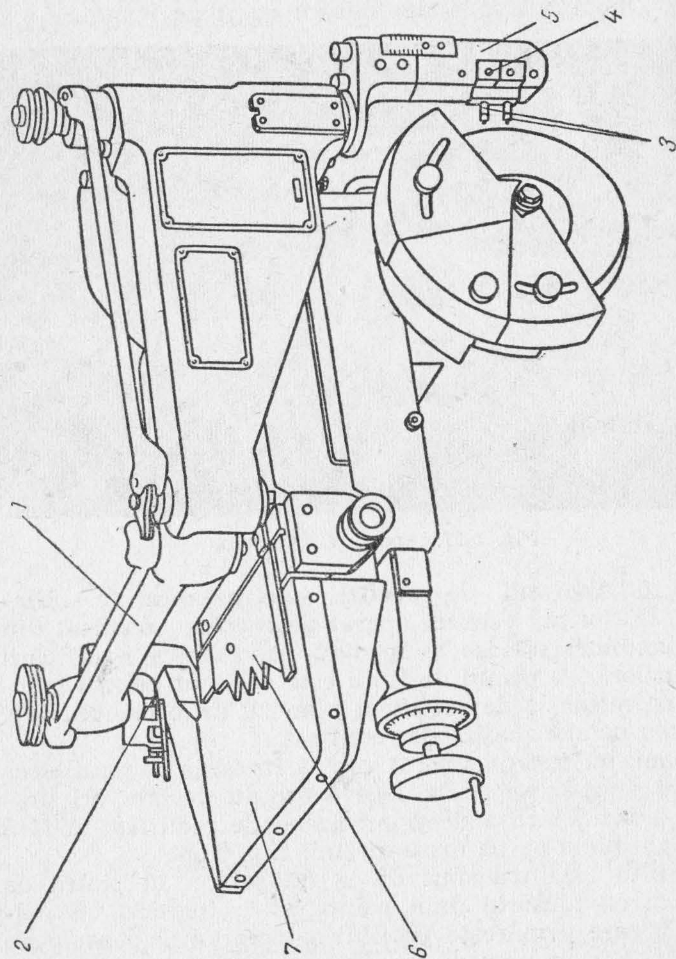


Fig. 5.58. Părţile componente ale aparatului Diaform.

După ce aparatul se montează cu mare atenţie pe maşinile de rectificat, se trece la montarea blocului de diamante *4* în arborele suportului *5*. Cu ajutorul unei cremaliere şi al unei roţi dinţate cu care este prevăzut aparatul (fig. 5.59) se aduce diamantul pe axa orizontală a diametrului pietrei.

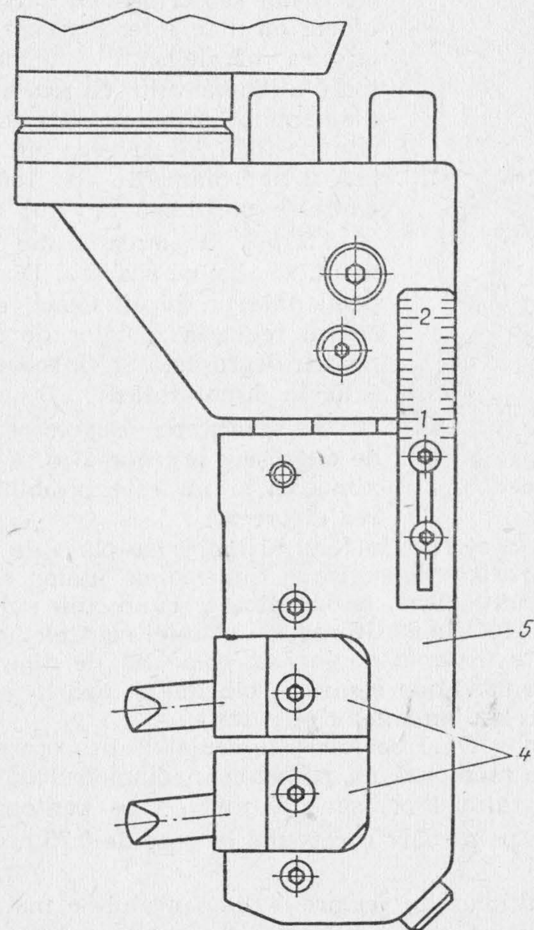


Fig. 5.59. Suportul cu diamante.

5.5.10.1. **Sculele din diamant ale aparatelor Diaform.** Sculele din diamant *3* au forma unor cuțite cu profil special. Acestea sînt montate în blocul de diamante *4* la un unghi de 5° care asigură o degajare în spatele punctului real de tăiere (fig. 5.60). Coada sculei de diamant este prevăzută cu două porțiuni plane. Scula se strînge cu șuruburi în blocul cu diamante. Porțiunile plane asigura paralelismul muchiei tăietoare a diamantului cu axa arborelui diamantelor. Cînd un tăiș este uzat, este posibilă întoarcerea cuțitului în blocul de diamante cu 180°, folosindu-se porțiunea tăișului neuzată.

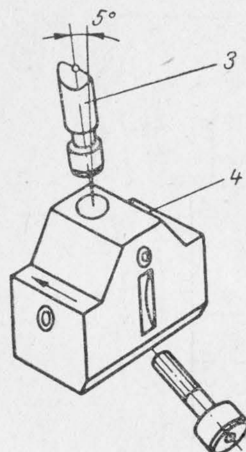


Fig. 5.60. Blocul diamantelor.

5.5.10.2. **Reglarea sculei de diamant.** Pentru ca aparatul Diaform să poată tăia un profil exact, este necesară reglarea sculelor de diamant pentru degroșarea și finisarea profilului în discul abraziv.

Diamantul de degroșare. Scula de degroșare are numai o rază aproximativă și nu este posibilă reglarea ei precisă.

Reglarea se face în felul următor: pe placa de instrucțiuni, în roșu, este scrisă o dimensiune etalon determinată de către firma producătoare, cunoscută sub denumirea de „înălțimea de reglare a liniei centrelor diamantelor", este distanța de la baza blocului de diamante la linia centrală. Linia centrală coincide cu axa în jurul căreia arborele diamantelor se rotește.

Exemplu. Cînd se folosește scula de degroșare, întotdeauna se montează un palpator cu diametrul de 15 mm pe pantograful 10×, sau 7,5 mm — pe pantograf 5×.

Aceste palpatoare corespund cu raza de 0,75 mm a diamantului.

La înălțimea de reglare a diamantului se mai adaugă 0,7 mm, după care se montează scula de degroșare în blocul cu diamante și cu un micrometru se măsoară dimensiunea obținută din calcul. Înălțimea de reglare a liniei centrelor de pe aparat este:

$$\begin{array}{r} 53{,}990+ \\ 0{,}700 \\ \hline 54{,}690 \end{array}$$

cota măsurată cu micrometrul va fi: 54,690 mm.

Introducerea în calcul al dimensiunii de 0,7 mm are rolul ca după trecerea peste întregul profil cu vîrful sculei de degroșare mai rămîne 0,05 mm pe profilul discului abraziv, care se îndepărtează cu diamantul de finisare.

Diamantul de finisare. Diamantul de finisare are raza șlefuită la cotă și permite astfel reglarea lui precisă.

Se verifică raza diamantului de finisare.

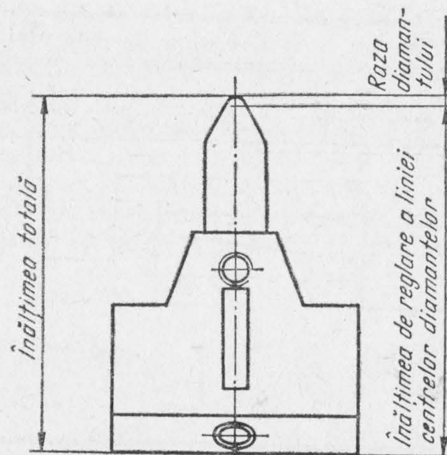


Fig. 5.61. Schema de reglare a diamantului.

Cu ajutorul micrometrului se face reglarea cuțitului de diamant, măsurînd suma înălțimii de reglare a diamantului și raza lui (fig. 5.61).

Exemplu. Înălţimea de reglare a liniei

centrelor:	53,99 mm
— Raza diamantului:	0,25
Cota de reglare este:	54,24.

5.5.10.3. **Confecţionarea şablonului.** Şablonul poate fi confecţionat din orice material rezistent la uzură, ca: oţel, alamă, aluminiu etc. Grosimea lui trebuie să fie cuprinsă între 1,5 şi 2 mm.

În funcţie de precizia cerută a lucrării, şablonul poate fi executat din tablă şi prelucrat cu pila, iar dacă se cere o precizie mai mare, trebuie frezat în coordonate şi rectificat. Trebuie menţionat că orice imprecizie de pe şablon este redată pe piesa de prelucrat cu raportul pantografului de 10× sau 5×.

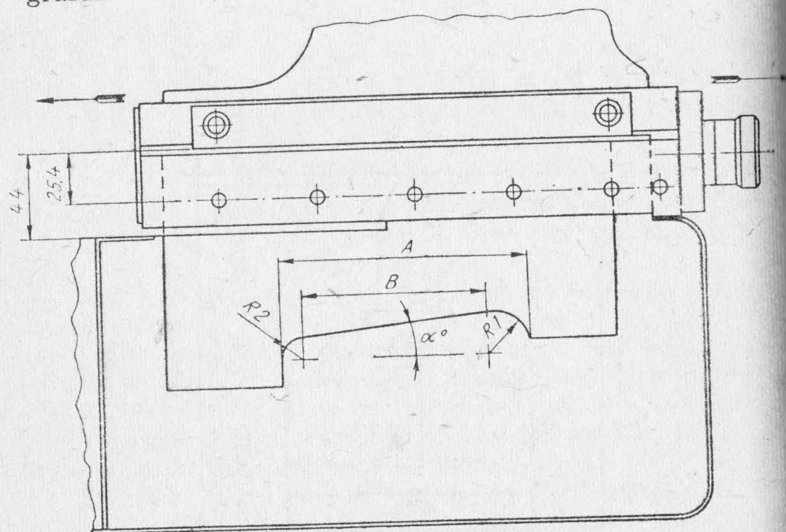


Fig. 5.62. Fixarea şablonului pe suport.

Profilul şablonului este identic cu profilul discului abraziv multiplicat cu raportul pantografului şi este inversul profilului din piesă.

Găurile de fixare a şablonului şi cotele lor faţă de marginile lui sînt arătate în fig. 5.62.

Este posibilă confecţionarea şabloanelor din tablă, iar a contraşabloanelor prin turnare din răşini epoxidice sau altă masă plastică ce nu se deformează.

5.5.10.4. **Alegerea discului de rectificat.** Alegerea corectă a discului de rectificat este foarte importantă. Utilizarea pietrelor abrazive cu granulaţie mare, care se folosesc de obicei pentru rectificarea pieselor călite, se evită pentru că poate duce la uzura excesivă sau deteriorarea diamantelor de finisare, fără a mări performanţele rectificării profilurilor.

Discurile abrazive folosite la rectificarea oţelurilor rapide, aliate cu crom şi cu conţinut bogat de carbon se recomandă a avea granulele din oxid de aluminiu. Granulaţia de 80 pînă la 100 (16 ... 12 în sistemul metric) s-a dovedit că este cea mai potrivită pentru rectificarea materialelor amintite.

Pentru profilare cu raze mici şi muchii ascuţite se pot folosi discuri abrazive cu granulaţie mai fină.

5.5.10.5. **Folosirea palpatoarelor pentru jocuri calculate.** O condiţie de bază în tehnica maşinilor de copiat este ca raportul dintre mărimea palpatorului de copiere şi scula de prelucrare să fie constant. Această condiţie o are şi aparatul Diaform păstrîndu-şi constant raportul dintre diametrul palpatorului şi raza sculei de diamant.

Prin suprapunerea imaginii palpatorului şi a sculei în faţa şablonului la un raport de 1 : 1, trebuie ca marginea

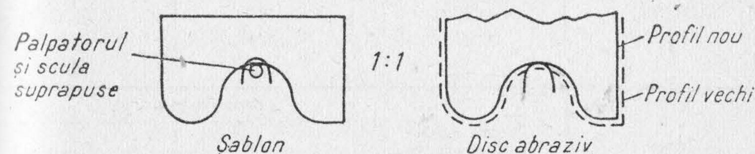


Fig. 5.63. Suprapunerea imaginii palpatorului şi a sculei.

palpatorului să coincidă cu marginea de tăiere a diamantului, rezultînd un profil identic (fig. 5.63).

Dacă folosim aceiaşi sculă, dar reducem diametrul palpatorului, aceasta are ca efect împingerea tăişului sculei mai înainte (fig. 5.64).

Se poate observa că, în acest caz, scula taie o rază concavă mai lărgită și o rază convexă mai mică în discul abraziv.

La executarea poansoanelor și matrițelor se cere un joc între ele. Pentru a se realiza un joc între aceste elemente va fi necesar un palpator cu diametrul calculat, obținîndu-se un joc constant între părți.

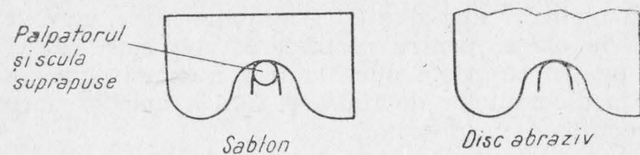


Fig. 5.64. Suprapunerea imaginii palpatorului și a sculei cînd palpatorul este mai mic.

Tabelul 5.7

Tabel cu razele sculei și palpatorului în funcție de joc

Jocul mm	Raza sculei de diamant mm	Raza palpatorului	
		X10	X5
0	0,2540	5,0800	2,5400
0,00508	0,2540	5,1816	2,5908
0,01016	0,2540	5,2832	2,6416
0,01270	0,2540	5,3340	2,6670
0,01524	0,2540	5,3848	2,6924
0,02032	0,2540	5,4864	2,7432
0,02540	0,2540	5,5840	2,7940

Jocul	Raza sculei de diamant	Raza palpatorului	
		X10	X5
0	0,1270	2,5400	1,2700
0,00508	0,1270	2,6416	1,3208
0,01016	0,1270	2,7432	1,3716
0,01270	0,1270	2,7940	1,3970
0,01524	0,1270	2,8448	1,4124
0,02032	0,1270	2,9464	1,4732
0,02540	0,1270	3,0480	1,5240

Dacă șablonul are dimensiunile poansonului și se folosește raportul corect între palpator și diamant, discul abraziv va reda dimensiunile corecte ale poansonului.

În tabelul 5.7 se dau dimensiunile palpatorului pentru a se obține jocul dintre poanson și matriță.

Același procedeu poate fi folosit și invers făcîndu-se șablonul după dimensiunile matriței, iar prin reducerea diametrului palpatorului se vor reduce și dimensiunile poansonului, realizîndu-se jocul necesar.

Aparatele Diaform se folosesc cu succes la profilarea pieselor de serie în special în construcția ștanțelor succesive formate din segmenți și poansoane ce trebuie să fie interschimbabile, cum sînt ștanțele pentru decuparea tolelor ce formează miezurile magnetice ale motoarelor electrice.

5.6. PROBLEME REZOLVATE

5.6.1. Să se măsoare grosimea poansonului din fig. 5.47, adică cota 10,29 mm.

Pentru măsurare indirectă se folosește un calibru cu diametrul de 10 mm, un pachet de cale plan paralele și comparatorul.

Rezolvare: în calcul se folosesc logaritmii și prin aplicarea lor se simplifică operațiunile.

Calculul cotei a:

$$a = 10{,}29 - 2\,EF; \qquad (1)$$

EF se calculează din triunghiul *NEF*;

$$EF = 27{,}26 \times \mathrm{tg}\ 3°45';$$

$$\lg EF = \lg 27{,}26 + \lg \mathrm{tg}\ 3°45' =$$

$$= 1{,}43553 + \overline{2}{,}81653 = 0{,}25206;\ EF = 1{,}786\ \mathrm{mm}.$$

Înlocuind în relația (1) se obține:

$$a = 10{,}29 - 2 \cdot 1{,}786 = 10{,}29 - 3{,}572 = 6{,}718\ \mathrm{mm}.$$

Calculul cotei b:

$$b = 5 \times \mathrm{cotg}\ \gamma. \qquad (2)$$

Unghiul γ are valoarea:

$$\gamma=\frac{90°-3°45'}{2}=\frac{86°15'}{2}=43°7'30''.$$

Înlocuind în relația (2) rezultă:

$$b=5 \text{ cotg } 43°7'30'';$$

$$\lg b=\lg 5+\lg \text{ctg } 43°7'30''=0,69897+0,02845;$$

$$\lg b=0,72742.$$

Din tabelele logaritmice se găsește:

$$b=5,338 \text{ mm}.$$

Calculul cotei c:

$$c=(a+b) \cos 3°45'=(6,718+5,338) \cos 3°45'=$$
$$=12,056 \cos 3°45';$$

$$\lg c=\lg 12,056+\lg 3°45'=1,08110+\bar{1},99907;$$

$$\lg c=1,08017;$$

$$c=12,027 \text{ mm}.$$

Calculul cotei d din triunghiul OIH:

$d=5 \sin 3°45'$;

$\lg d=\lg 5+\lg \sin 3°45'=0,69897+\bar{2},81560$;

$\lg d=\bar{1},51457$;

$d=0,327$ mm.

Calculul cotei x:

$x=c+d+5=12,027+0,327+5=17,354$ mm.

5.6.2. Să se măsoare înălțimea profilului poansonului, (cota 26,464 mm) din fig. 5.48.

Rezolvare: calculul cotei TN. Se calculează din triunghiul *TNO:*

$$2\,\delta=180°-46°10'=133°50'; \quad \delta=\frac{133°50'}{2}=66°55';$$

$TN=1\cdot \text{ctg } \delta=1\cdot \text{ctg } 66°55'$;

$\lg TN=\lg \text{ctg } 66°55'=\bar{1},62961$;

$TN=0,426$ mm.

Calculul cotei Y:

$Y=26,464+0,426+1=27,89$ mm.

5.6.3. Să se stabilească tehnologia de rectificare a unui poanson și metoda de măsurare (fig. 5.65).

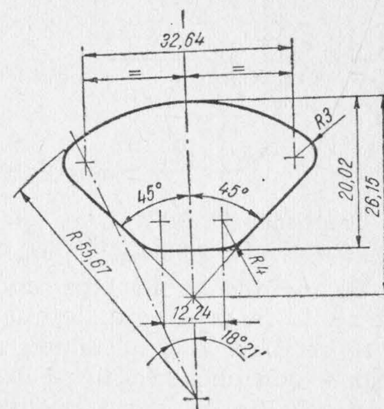


Fig. 5.65. Poanson profilat.

Rezolvare:

Faza 1. Se rectifică poansonul la cota 20,02 mm pe ambele părți, după care se rectifică cota de 32,64 mm.
Faza 2. Se rectifică înclinația de 45° pe ambele părți, așezînd poansonul pe rigla de sinus cu suprafața rectificată din partea razei de 26,15 mm.

Măsurarea cotei de 12,24 mm se face indirect, (fig. 5.66).

Calculul cotei AB:

Din triunghiul *OAB* rezultă:

$AB=OA \text{ ctg } \alpha$;

Unghiul $\alpha=22°30'$;

$AB=5 \text{ ctg } 22°30'=5\cdot 2,41222=$
$=12,06$ mm.

Calculul cotei x:

$x=13,20+12,24+12,06+5=$
$=42,50$ mm.

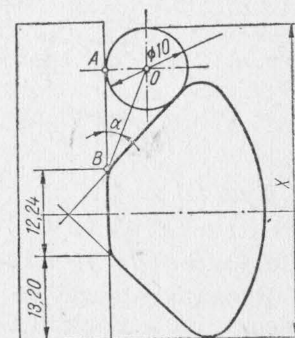


Fig. 5.66. Schemă de calcul al controlului.

Faza 3. Se profilează raza de 4 mm în discul abraziv. Înălţimea profilului în discul abraziv se calculează (fig.5.67).

$OB=4 \cos 45°=4 \cdot 0,70711=2,83$ mm.

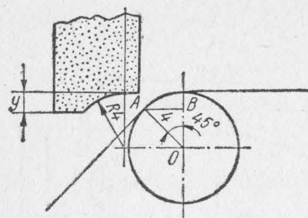


Fig. 5.67. Schemă de calcul pentru profilarea discului abraziv.

Înălţimea y va fi:

$y=r-OB=4-2,83=1,17$ mm.

Se rectifică profilul pe ambele părţi ale poansonului.

Faza 4. Se profilează discul abraziv cu raza de 26,15 mm şi se rectifică profilul simetric faţă de extremităţi pînă dispare porţiunea rectificată drept.

Faza 5. Se profilează în discul abraziv raza de 3 mm.

Pentru racordarea cu suprafaţa înclinată de 45°, înălţimea razei de 3 mm în discul abraziv se calculează din triunghiul OMI (fig. 5.68).

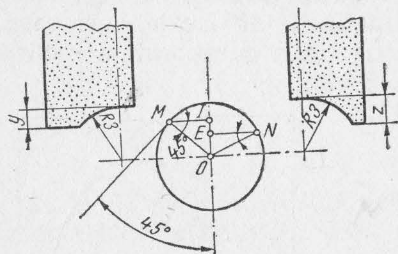


Fig. 5.68. Schemă de calcul pentru profilarea discurilor abrazive.

Cota OI va fi:

$OI=3 \sin 45°=3 \cdot 0,70711=2,12$ mm;

cota $y=R-OI=3-2,12=0,88$ mm.

Racordarea razei de 3 mm cu raza 55,67 mm se calculează din triunghiul OEN:

$OE=3 \sin \beta=3 \sin 18°21'=3 \cdot 0,30964=0,93$ mm.

Înălţimea Z va fi: $Z=R-OE=3-0,93=2,07$ mm.

6. CUNOŞTINŢE PENTRU CATEGORIA A ŞASEA DE CALIFICARE

6.1. MAŞINI SPECIALE DE RECTIFICAT

Din categoria maşinilor speciale de rectificat fac parte:
1. Maşini de rectificat filete:
2. Maşini de rectificat danturi;
3. Maşini optice de rectificat profiluri;
4. Maşini de rectificat profiluri Studer;
5. Maşini de rectificat în coordonate.

Toate aceste maşini avînd un regim special în exploatare, necesită o cunoaştere temeinică a funcţionării lor.

6.1.1. **Maşini pentru rectificat filete.** Maşinile pentru rectificat filete se clasifică din punctul de vedere constructiv şi al destinaţiei pe care o au în:

— maşini universale pentru rectificat filete;

— maşini speciale pentru rectificat filete.

Maşinile universale pentru rectificat filete se întîlnesc în secţiile de sculărie şi sînt destinate pentru rectificarea filetelor interioare şi exterioare, a şuruburilor micrometrice, frezelor melc, calibrelor de filet şi tarozilor.

Maşinile speciale pentru rectificat filete sînt construite pentru rectificarea anumitor forme de filete şi anumitor tipuri de piese, fiind folosite la fabricaţia pieselor de serie.

Se compun din aceleaşi părţi ca celelalte maşini de rectificat şi anume: batiul în formă de T în interior gol şi prevăzut cu o serie de nervuri pentru asigurarea rigidizării, la partea superioară fiind prevăzut cu ghidaje

longitudinale pe care glisează masa port-piesă și ghidaje transversale pentru capul de rectificat.

Pe masă se află montată păpușa fixă și păpușa mobilă care servesc la fixarea piesei de rectificat și realizarea mișcării de rotație ale piesei în timpul rectificării.

În partea stîngă a batiului se află mecanismul cu roți de schimb pentru reglarea pasului de rectificat al filetului.

Pe partea din față a mașinii este montat pupitrul de comandă și două roți de mînă; una pentru deplasarea mesei cînd se centrează filetul piesei față de discul abraziv și alta pentru deplasarea transversală a capului de rectificat. Mișcările mașinii pentru rectificat filete:

1) mișcarea principală de rotație a discului abraziv antrenată de un motor electric;

2) mișcarea de rotație a piesei care se realizează prin antrenarea acesteia de către arborele păpușii fixe;

3) mișcarea longitudinală este executată de masa mașinii; ea se deplasează împreună cu cele două păpuși;

4) mișcarea de detalonare este executată de sania capului de rectificat cu ajutorul unui mecanism. Modul de realizare a mișcării de detalonare este diferit de la o mașină la alta și poate fi realizat prin:

— bascularea mesei mașinii (fig. 6.1, *a*);

— deplasarea capului de rectificat (fig. 6.1, *b*);

— bascularea capului de rectificat (fig. 6.1, *c*);

— rotirea lagărelor excentrice ale pietrei de rectificat (fig. 6.1, *d*).

Înclinarea axei discului abraziv față de axa piesei cu unghiul γ al elicei filetului se face prin rotirea capului de rectificat care este prevăzut cu ghidaje circulare (fig. 6.2, *a*), sau prin bascularea mesei mașinii împreună cu piesa, axul pietrei de rectificat menținîndu-se orizontal (fig. 6.2, *b*).

În funcție de felul mecanismelor cu care se realizează mișcarea elicoidală, mașinile universale pentru rectificat filete pot fi:

— cu șurub conducător;

— cu rigle speciale;

— cu came de schimb.

Cel mai folosit este mecanismul cu șurub conducător.

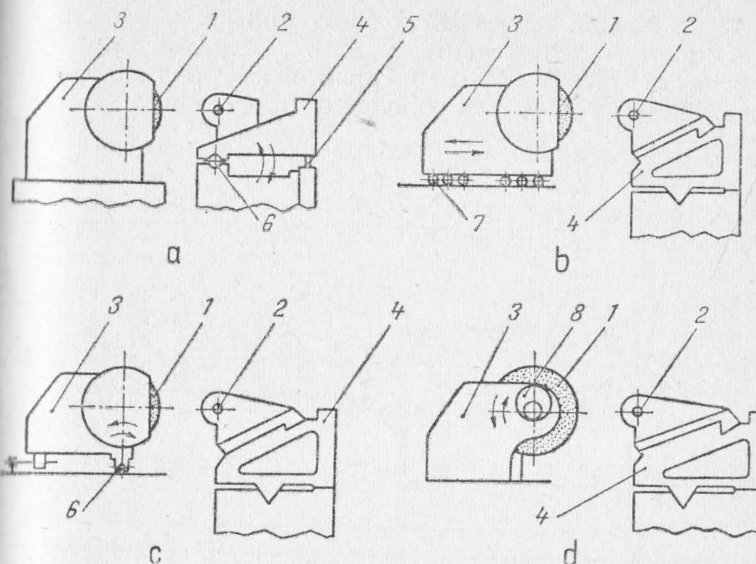


Fig. 6.1. Schema obținerii mișcării de detalonare:
1 — disc abraziv; 2 — piesă; 3 — cap de rectificat; 4 — masa mașinii; 5 — camă de detalonare; 6 — articulație; 7 — ghidaje cu role; 8 — lagăre excentrice.

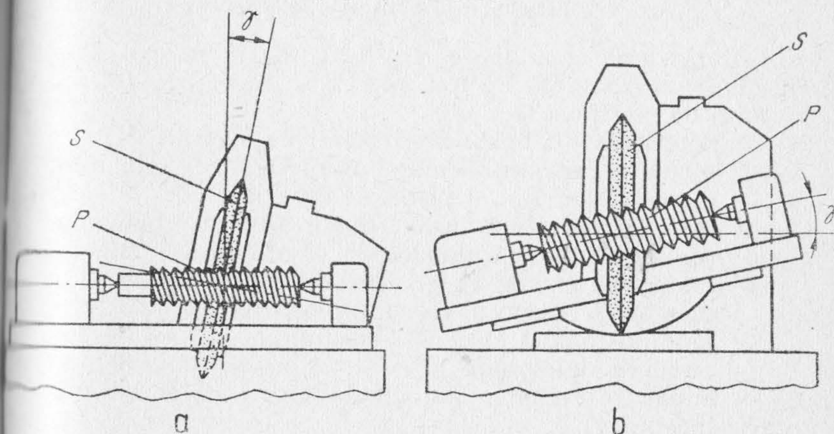


Fig. 6.2. Schema reglării pentru unghiul de înclinare a elicei filetului:
a — prin rotirea capului de rectificat; *b* — prin bascularea mesei mașinii; *3* — disc abraziv; *P* — piesă; γ — unghiul elicei filetului.

6.1.2. **Mașina de rectificat filete Mikron.** Este o mașină universală de rectificat filete fabricată de firma „Micromat" din R.D.G., avînd mecanismul de realizare a elicei filetului, cu șurub conducător. Detalonarea se face

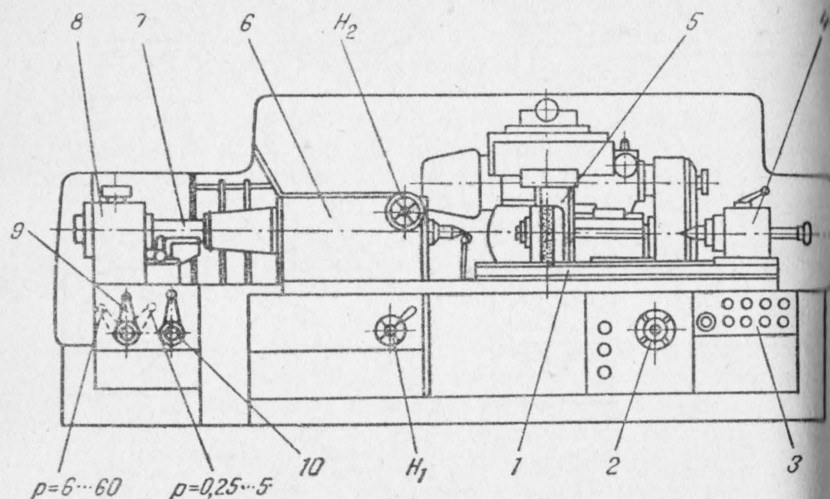


Fig. 6.3. Mașina de rectificat filet Mikron.

prin deplasarea capului de rectificat, iar înclinarea axei discului abraziv, față de axa piesei, se face prin rotirea capului de rectificat (fig. 63).

Caracteristicile tehnice ale mașinii de rectificat filete:

— diametrul maxim al piesei de rectificat	315 mm;
— diametrul minim al piesei de rectificat	2 mm;
— lungimea maximă de rectificat	500 mm;
— pasul șurubului conducător	6 mm;
— diametrul maxim al discului abraziv	500 mm;
— diametrul minim al discului abraziv	260 mm;
— unghiul maxim al elicei filetului	±40°;
— cursa de detalonare	0 ... 3 mm;

— împărțire radială automată pentru filet cu mai multe începuturi.

6.1.3. **Schema cinematică a mașinii Mikron.** De la motorul electric *M*, ce are turația de 2 550 rot/min, mișcarea de rotație se transmite la axul *II* printr-o curea lată cu raportul 1 : 2. De la axul II mișcarea de rotație se demultiplică printr-un sistem de angrenaje cu roți dințate cilindrice pînă la arborele principal al păpușii fixe *VIII* a (fig. 6.4).

Mișcarea de avans a mesei care realizează pasul filetului se obține de la arborele *VIII*, care primește mișcarea de rotație de la arborele *V* și prin intermediul roților de schimb *a, b, c, d*, a căror număr de dinți se determină prin calcul.

Mișcarea de detalonare este sincronizată cu mișcarea de rotație a arborelui VIII prin roata dințată *75* de pe arborele *IX* și roata *25* de pe arborele *X*, care transmite mai departe mișcarea prin roțile de schimb *e, f, g, h, i, k*, la arborele *XIII*. Acesta pune în mișcare de rotație cama.

Pentru centrarea discului abraziv, în canalul elicoidal al filetului, se folosește roata de mînă H_1 ce permite o reglare grosieră a mesei și H_2 cu ajutorul căreia se face reglajul fin.

La rectificarea filetului cu mersul automat se folosește *TG* 1, iar la mersul înapoi *TG* 2 (*TG* 1 și *TG* 2 sînt tahogeneratoare care au turații diferite și servesc pentru deplasarea mesei împreună cu piesa). *TG* 1 acționează asupra vitezei de rotație a piesei la rectificarea filetului, *TG* 2 are turația mare și servește la mersul înapoi în mod automat.

Pîrghia *9* (fig. 6.3) are două poziții de cuplare: dreapta cînd se rectifică filete cu pasul 0,25 ... 5 mm și stînga cînd se rectifică filete cu pasul 6 ... 60 mm.

6.1.4. **Reglarea mașinii de rectificat filete.** Reglarea mașinii de rectificat filete este o operație pretențioasă, care necesită multă atenție și se face în mai multe faze.

1. Înclinarea capului de rectificat la unghiul γ se calculează cu relația:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{p}{\pi \cdot D_p},$$

în care:

p este pasul filetului;
D_p — diametrul mediu al filetului.

Fig. 6.4. Schema cinematică a mașinii de rectificat filet.

2. Profilarea discului abraziv la unghiul de 60° sau 55° cu racordarea razei de vîrf corespunzător pasului.

Pentru profilare, mașina de rectificat filete Mikrom este prevăzută cu diferite dispozitive, dintre care cel mai folosit este dispozitivul manual din fig. 6.5.

El se compune din următoarele părți principale: *1* și *6* — tambur pentru reglarea diamantului stînga și dreapta; 2 și *4* — scală; *3* și *5* — opritoare; 7 — cap de diamant; *8* — manetă; *9* — braț.

3. Montarea roților de schimb pentru pas. Calculul roților: pentru filet metric cu $p=0{,}25\ldots6$ mm:

$$\frac{a}{b}\times\frac{c}{d}=\frac{p\times5}{p_L\times2};$$

pentru $p=6\ldots60$ m:

$$\frac{a}{b}\times\frac{c}{d}=\frac{p\times5}{p_L\times13};$$

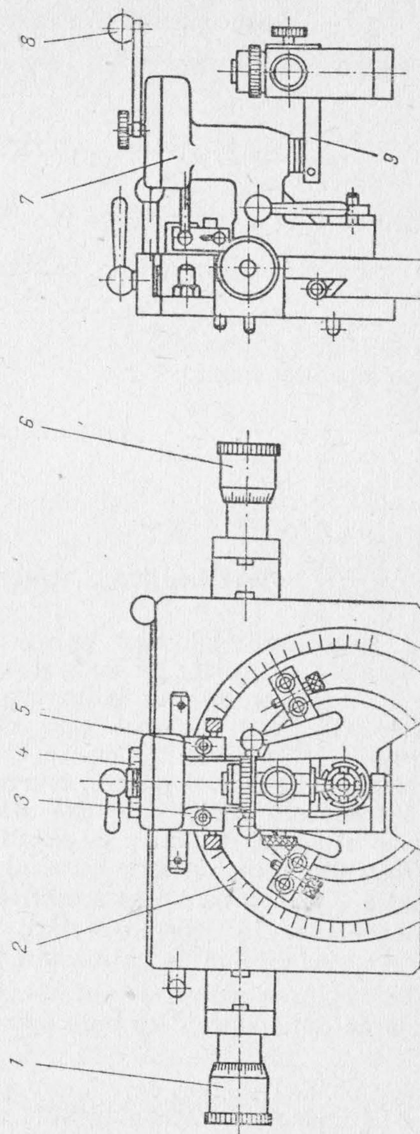


Fig. 6.5. Dispozitiv pentru îndreptarea manuală a discului abraziv.

unde: p este pasul filetului de rectificat;

p_L — pasul șurubului conducător=6 mm.

Pentru filet Withwort cu pas mic relația va fi:

$$\frac{a\times c}{b\times d}=\frac{p\times\frac{40\times 40}{7\times 9}}{p_L}\times\frac{5}{2}; \text{ unde: } \frac{40\times 40}{7\times 9}=25{,}4 \text{ mm}=1'';$$

— pentru filet Withworth cu pas mare:

$$\frac{a\times c}{b\times d}=\frac{p\times\frac{40\times 40}{7\times 9}}{p_L\times 13};$$

— pentru filet modul:

$$\frac{a\times c}{b\times d}=\frac{p\times 5}{p_L\times 13}=\frac{m\times\pi}{p_L}\times\frac{5}{13} \text{ pentru filet cu pas mare;}$$

$$\frac{a\times c}{b\times d}=\frac{m\times\pi}{p_L}\times\frac{5}{2} \text{ pentru filet cu pas mic;}$$

$$\pi=\frac{13\times 29}{4\times 30}=3{,}141666 \text{ (cu o abatere}+0{,}002\%).$$

4. Reglarea detalonării la valoarea precisă. Mișcarea de detalonare are loc în timpul avansării mesei. Antrenarea dispozitivului de detalonat conform schemei cinematice (fig. 6.6), se realizează cu ajutorul roților de schimb *e, f, g, h, i, k* care se calculează în funcție de numărul canalelor. Butonul *1* pune în mișcare șurubul de antrenare a saniei care execută detalonarea. Prin intermediul saniei *4*, piatra de rectificat realizează o cursă de 75% din cursa dată de butonul *1*, care se reglează de la scala *2*. Cursa saniei se amortizează hidraulic sub presiune de ulei. În vederea reglării pentru detalonare mărimea cursei în mm se va măsura pe fața de așezare.

La reglarea discului abraziv în piesa de prelucrat, culisa de detalonare *3* trebuie adusă în cea mai înaintată poziție.

5. Calculul roților de schimb pentru numărul de canale. Numărul de canale trebuie să fie multiplu de numere întregi al începuturilor de filet. Roțile de schimb se calculează după formulele:

a) pentru canale drepte ale frezei sau tarodului cu elicea spre dreapta sau stînga a filetului:

$$\frac{e\times g\times i}{f\times h\times k}=\frac{n}{9}, \text{ unde } n \text{ este numărul de canale;}$$

b) pentru canale elicoidale ale frezei:

$$\frac{e\times g\times i}{f\times h\times k}=\frac{n(p_s+p)}{9\ p_s}$$ unde: n este numărul canalelor;

p — pasul filetului;

p_s — pasul spiralei canalului.

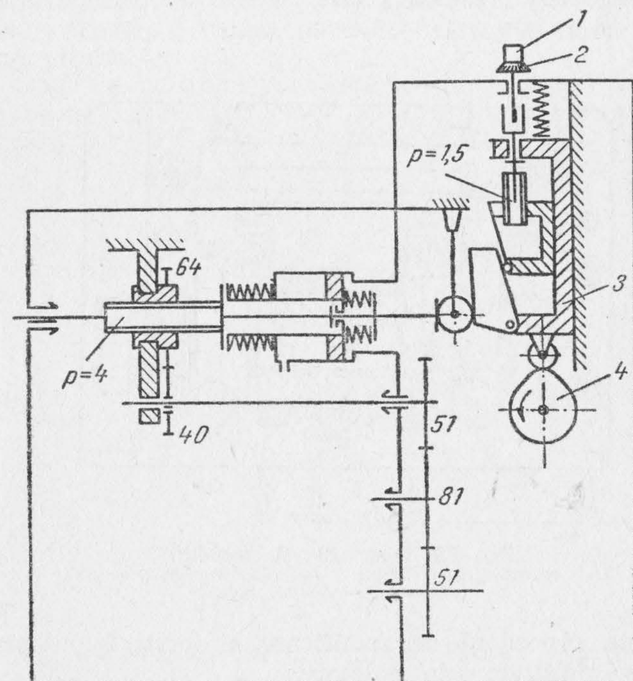


Fig. 6.6. Schema cinematică a dispozitivului de detalonat.

Trebuie reținut ca pasul canalului să coincidă cu pasul spiralei și începutul detalonării să înceapă întotdeauna din planul suprafeței de degajare a dintelui, altfel realizîndu-se pe suprafața de așezare o fațetă nerectificată.

6.1.5. **Rectificarea filetului cu mai multe începuturi.** Procedeul de rectificare cu mai multe începuturi corespunde rectificării pe direcție axială ca și la rectificarea cu un singur început. După numărul de începuturi se introduc discuri ajutătoare cu găuri în instalația de divizare automată. Schimbarea discurilor divizoare se face la păpușa fixă. Cînd numărul de începuturi este foarte mare se folosește dispozitivul de divizare manual care poate realiza filete pînă la 50 începuturi.

În vederea creșterii productivității rectificării filetelor în serie, în special la rolele pentru imprimat filet se

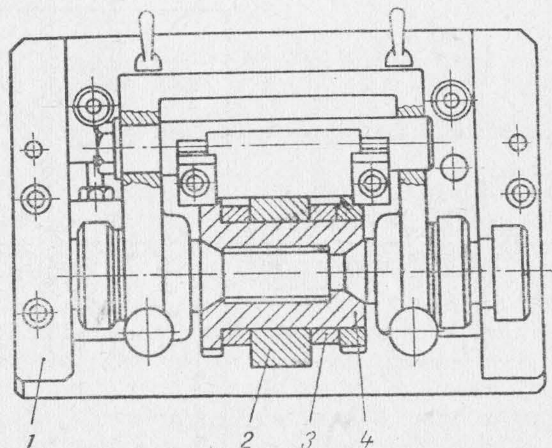


Fig. 6.7. Dispozitiv de moletat: 1 — corpul dispozitivului; 2 — rolă filetată; 3 — distanțier; 4 — corpul rolei.

folosește procedeul de rectificare a acestora cu pietre abrazive profilate prin moletare.

Imprimarea filetului în discul abraziv se face cu o rolă din oțel dur cu filetul rectificat. Rola se montează

în dispozitivul de moletat (fig. 6.7) și rotind discul abraziv cu o viteză periferică foarte mică, imprimă filetul pe periferia discului.

6.2. MAȘINA DE RECTIFICAT DANTURĂ CU DISC DUBLU CONIC, TIP NILES

Mașina de rectificat dantură tip Niles este destinată rectificării roților dințate cilindrice, cu dinți drepți și conici.

Mașina constă dintr-un batiu *1* (fig. 6.8), în formă de *T*, pe a cărui latură superioară se află sania *2*.

Pe această sanie se află masa rotativă *3*, pe care se fixează piesa, cu axa dispusă vertical. Dornul portpiesă este susținut în partea superioară de păpușa mobilă a montantului.

Opus montantului portpiesă se află păpușa portsculă 5 cu sania verticală *6* care execută mișcarea de dute-vino *IV*.

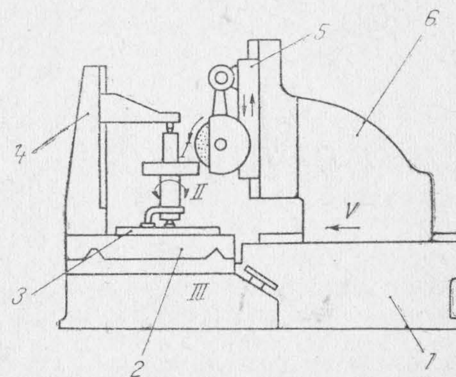


Fig. 6.8. Principiul de funcționare a mașinii de rectificat dantură Niles.

6.2.1. **Fazele de lucru a mașinii Niles.** În prima fază, în timp ce scula execută mișcarea de rotație (fig. 6.9) și mișcarea rectilinie alternativă, piesa se rostogolește pe cremaliera de referință descrisă de sculă și se prelucrează

un flanc al golului. După ce scula a ieşit din angrenare cu piesa, are loc faza a doua, cînd se produce inversarea sensului de rulare. După începerea rulării în sensul opus are loc prelucrarea celuilalt flanc al golului (faza a treia). După terminarea fazei a treia, prin ieşirea din angrenare a sculei cu piesa, are loc rotirea de divizare a piesei cu un dinte, în vederea prelucrării golului următor şi totodată inversarea sensului de rulare, mişcări care constituie faza a patra. Ciclul de lucru se preia cu faza întîi şi se repetă de Zp ori, unde Zp reprezintă numărul de dinţi de prelucrat.

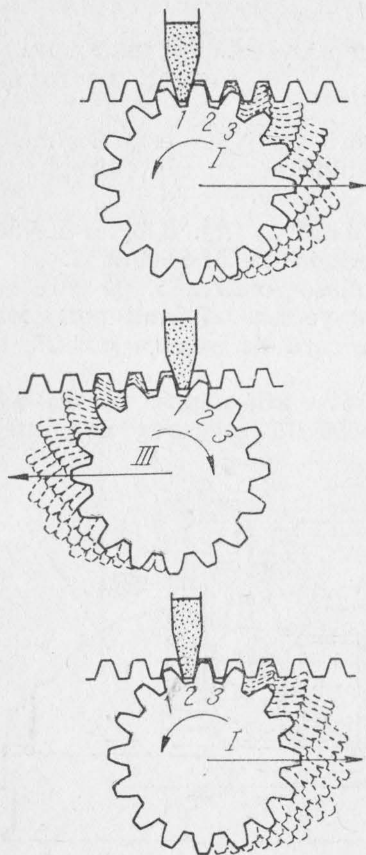


Fig. 6.9. Fazele de lucru la maşina de rectificat dantură Niles.

6.2.2. **Schema cinematică a maşinii de rectificat dantură de tip Niles.** Mişcarea de rulare se primeşte de la un electromotor şi se transmite la roata *1* (fig. 6.10) printr-o cutie de viteză (nu este reprezentată în fig.). Această cutie conţine mecanismele pentru reglarea mărimii avansului de rulare, cuplajele pentru schimbarea sensului de rulare şi cuplajele pentru mişcarea de divizare. Roata dinţată *1* este fixată pe arborele *2* de la care se ramifică cele două mişcări ale rulării. Prin angrenajul Z_1 şi Z_2 mişcarea se transmite la şurubul *12* care angrenează piuliţa *14* şi astfel mişcarea de rotaţie se transformă în mişcare de translaţie. Tot de la arborele *2*, printr-o pereche

de roţi dinţate Z_3 şi Z_4 roţile de schimb a_1, b_1, c_1 şi d_1, arborele *5* şi angrenajul Z_7, roata melcată Z_8, mişcarea se transmite ca mişcare de rotaţie la masa maşinii, de

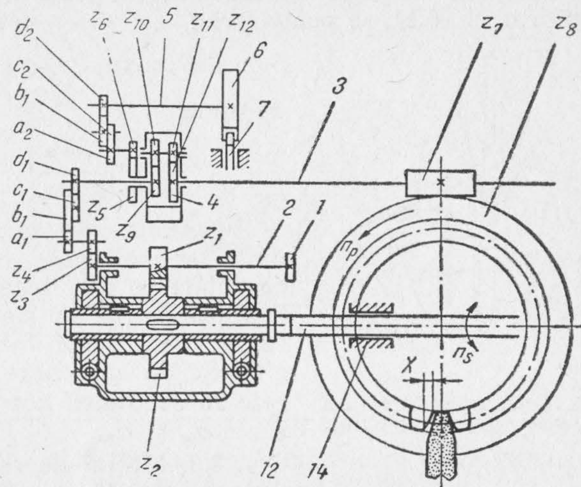


Fig. 6.10. Schema cinematică a lanţului de rulare, divizare şi a mecanismului pentru obţinerea grosimii dinţilor.

care este fixată roata melcată Z_8. Raportul de transmitere dintre aceste două mişcări se stabileşte cu roţile de schimb a_1, b_1, c_1 şi d_1, astfel ca viteza mişcării de translaţie să fie egală cu viteza periferică a mişcării de rotaţie pe cercul de divizare a roţii de rectificat.

De la lanţul cinematic de rulare se preia mişcarea pentru avansul de divizare, care este format din mecanismul diferenţial *4* roţile de schimb a_2, b_2, c_2 şi d_2, arborele *5* şi discul de divizare *6*. După terminarea unei curse duble de rulare, în vederea prelucrării golului următor, are loc divizarea. Pentru aceasta se comandă retragerea indexorului *7* şi carcasa mecanismului diferenţial *4* începe să se rotească. Această mişcare este transmisă de la roata Z_5 la roţile de schimb a_2, b_2, c_2 şi d_2 şi apoi la discul *6*. Mişcarea de divizare se suprapune peste mişcarea de rulare, fără să influenţeze raportul de transmisie

reglat inițial unde i_d este raportul de transmitere a mecanismului diferențial.

În cazul cînd razele de rulare și de divizare nu coincid, conform fig. 6.11, se poate scrie:

$$r_b = r_r \cos \alpha_r = r_d \cos \alpha,$$

de unde:

$$r_r = r_d \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_r}.$$

Fig. 6.11. Legătura dintre raza de rulare γ_r și raza de divizare γ_d.

La rectificarea roților cu dinți înclinați raza cercului de rulare se calculează ca și la dinți drepți, cu deosebire că, în relație vor intra unghiurile de angrenare măsurate în secțiunea normală pe dinte α_n și α_{nr}.

6.2.3. Mașini de rectificat dantură tip Maag. Mașinile de rectificat dantură cu discuri plane sînt destinate rectificării danturii roților cilindrice exterioare, cu dinți drepți și înclinați. Profilul în evolventă al flancurilor dinților se generează prin rularea roții pe o cremalieră de referință materializată de flancurile active ale discurilor abrazive. Mișcările și părțile componente principale ale mașinii sînt arătate în fig. 6.12.

Discurile abrazive *6*, montate în suporții *7*, execută mișcarea de rotație *I* ca mișcare principală de așchiere, iar prin suporții *7* se reglează poziția radială față de piesa de rectificat *5*. Poziția înclinată a discurilor abrazive se reglează rotind suporții *8* pe ghidajele circulare ale montantului *9*.

Piesa *5* este montată pe dornul *4* și execută mișcarea de rulare, compusă din mișcarea de rotație *II* și de translație *III*. Rularea se face în ambele sensuri. Sania *3* primește mișcarea alternativă *III* de la un mecanism cu excentric, care apoi, prin intermediul tamburului *2* și al benzilor metalice se transformă în mișcarea de rotație *II*. Pentru ca dinții să fie prelucrați pe toată lungimea

lor, după fiecare cursă dublă a mișcării de pendulare *II* și *III*, piesa *5*, împreună cu sania *1*, primește mișcarea de avans în direcție longitudinală *IV*. După prelucrarea unui dinte are loc divizarea la dintele următor. Meca-

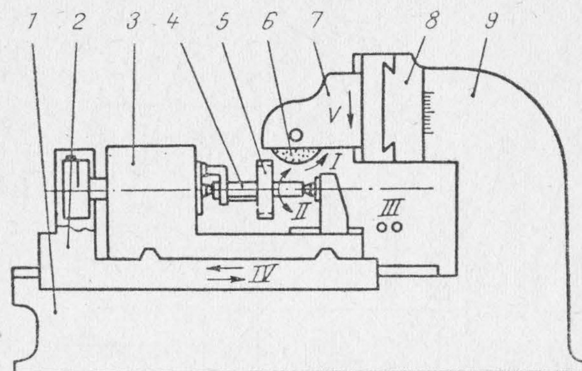


Fig. 6.12. Principiul de funcționare al mașinii de rectificat dantură tip Maag.

nismul de divizare se află în corpul saniei *3*. Mașina este prevăzută cu un mecanism automat care comandă oprirea lucrului după încheierea ciclului complet de rectificare a dinților.

6.2.4. Schema cinematică a mașinii de rectificat dantură tip Maag. Lanțul cinematic al mișcării de rulare (fig. 6.13) se compune din motorul electric *1*, roțile de curea în trepte cu raportul de transmisie i_x, angrenajul melc — roată melcată Z_1, Z_2, perechea de roți de curea d_1, d_2 și discul *2* cu excentric. Numărul curselor duble este egal cu turația discului *2* (n_2) și rezultă din turația motorului *1* (n_1) și raportul de transmitere al lanțului cinematic.

Numărul de curse duble se schimbă după cum se schimbă raportul i_x. Lungimea cursei de rulare se schimbă în funcție de excentricitatea cepului de pe discul *2*.

Discul cu excentric *2*, imprimă saniei portpiesă *4* (fig. 6.14), o mișcare rectilinie alternativă. La capătul din stînga al arborelui portpiesă se află tamburul de rulare *2* pe care sînt înfășurate benzile metalice *3*. Benzile, la un

capăt, sînt fixate de tamburul 2 iar la celălalt capăt de cadrul saniei 1. Diametrul tamburului (avîndu-se în vedere și grosimea benzii) este egal cu diametrul cercului de divizare al roții de prelucrat (fig. 6.15).

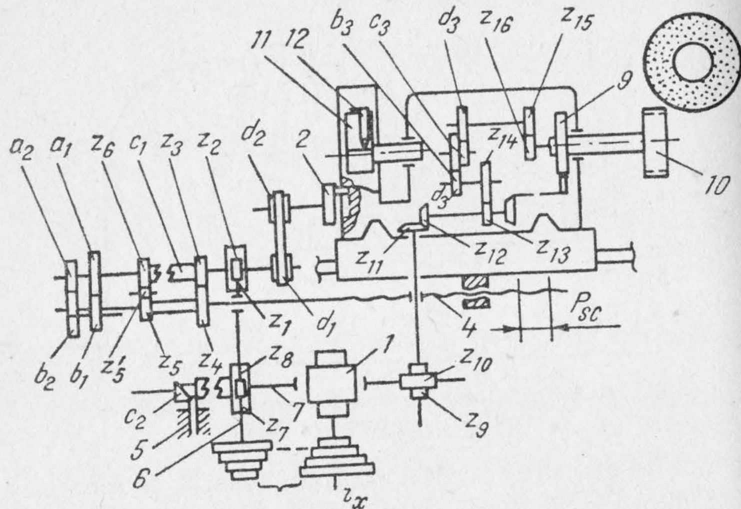


Fig. 6.13. Schema cinematică simplificată a mașinii Maag.

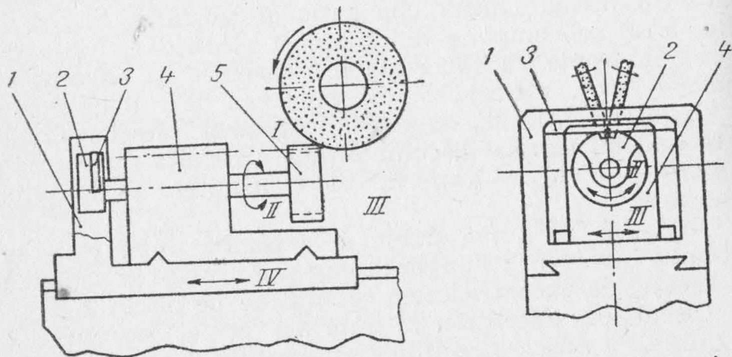


Fig. 6.14. Mecanismul obținerii mișcării de rulare la mașina de rectificat dantură Maag.

Prin acest mecanism mișcarea rectilinie *III* se combină cu mișcarea de rotație *II* și formează rularea. La acest tip de mașină odată cu schimbarea valorii diametrului cercului de divizare trebuie schimbat și tamburul.

Lanțul cinematic al avansului longitudinal asigură o anumită deplasare longitudinală (s_l), a saniei portpiesă, în timpul unei curse simple sau duble a mișcării de rulare, deci leagă mișcarea de rotație a șurubului *4* de rotația discului *2*. Mișcarea se transmite prin mecanismul inversor Z_3—Z_4 sau Z_5—Z_5'—Z_6, roțile de schimb a_1—b_1 sau a_2—b_2 și roțile de curea d_1—d_2.

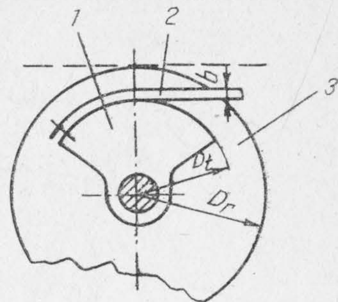


Fig. 6.15. Înfășurarea benzii pe tambur:
1 — tambur; *2* — bandă metalică.

Inversarea sensului avansului longitudinal se face prin cuplarea cuplajului c_1 spre stînga sau dreapta.

Lanțul cinematic de divizare realizează raportul de transmitere astfel ca, la o rotație a roții melcate Z_8, să se obțină $1/Z_p$, rotații la discul de divizare *9*, respectiv la piesa *10*. Z_p reprezentînd numărul de dinți la roata de rectificat *10*. Roata melcată Z_8 se rotește continuu, dar mișcarea se transmite la axul 7 numai după ce s-a dat comanda pentru retragerea opritorului *5*, deci cuplarea cuplajului c_2.

Numărul crestăturilor pe discul de divizare trebuie să fie egal cu un multiplu al numărului de dinți Z_p, al piesei. De la roata melcată Z_8 mișcarea se transmite la axul 7 prin angrenajele Z_9, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12} și Z_{13}, Z_{14} la lira roților de schimb $a_3 \ldots d_3$ și prin angrenajul Z_{15}, Z_{16}, la discul *9*.

În fig. 6.16 este reprezentat dispozitivul pentru îndreptarea discurilor abrazive, care în urma uzurii trebuie reprofilate.

La intervale constante de timp determinate de turația camelor disc *d*, tacheții *b* intră în cavitatea camelor, sub

acţiunea resoartelor *r*. În această poziţie vîrfurile de diamant vin în contact cu discurile abrazive, contactoarele *c* închid circuitele electrice, prin care se comandă mişcările rectilinii alternative în direcţia radială a vîrfurilor de diamant.

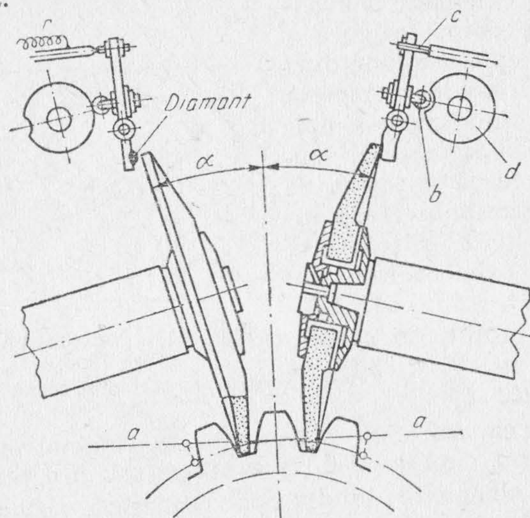


Fig. 6.16. Dispozitiv pentru tăierea (îndreptarea) discurilor abrazive:
a — disc abraziv; *b* — tachet; *c* — pîrghie; *d* — camă disc.

6.3. MAŞINI DE RECTIFICAT DANTURĂ CU MELC ABRAZIV

Maşinile de rectificat dantură cu melc abraziv funcţionează pe principiul angrenării unui melc cu roata dinţată, asemănător maşinilor de frezat dantură cu freză melc. La aceste maşini spre deosebire de restul maşinilor de rectificat dantură, divizarea este continuă.

Dintre maşinile de rectificat dantură cu disc melc, tipul cel mai reprezentativ este maşina Reishauer (fig. 6.17) ce are următoarele caracteristici tehnice:

— diametrul maxim al piesei de prelucrat		700 mm;

— diametrul minim al piesei de prelucrat		34 mm;
— numărul maxim de dinţi		240;
— numărul minim de dinţi		16;
— pasul danturării maxime	modul	7;
— pasul danturării minime	modul	1,5;
— unghiul de angrenare maxim		30°;
— unghiul de angrenare minim		14°30′;
— unghiul de înclinaţie a dinţilor bilateral		30°;
— pasul elicei la 30 de dinţi maxim		7 725 mm;
— pasul elicei la 30 de dinţi minim		404 mm;
— cursa saniei portpiesă		290 mm;
— diametrul maxim al discului abraziv		400 mm;
— lăţimea discului abraziv		80/104 mm;
— numărul de rotaţii ale discului abraziv		1 650 rot/min.

6.3.1. **Părţile componente principale a maşinii de rectificat dantura „Reishauer".** Batiul *1* este turnat din

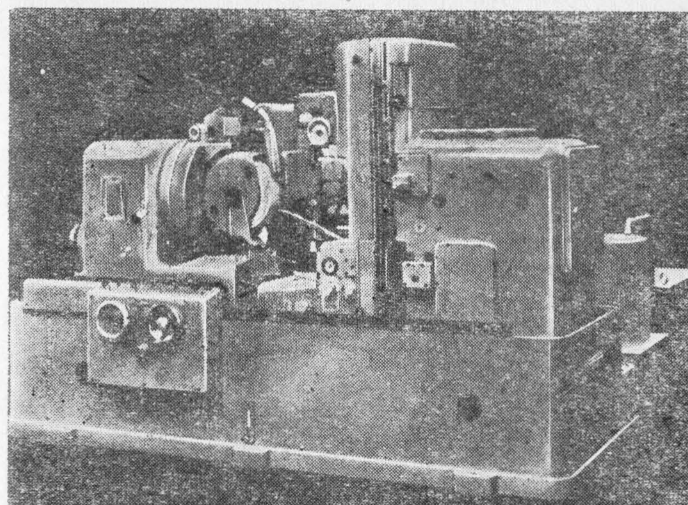


Fig. 6.17. Maşina de rectificat roţi dinţate Reishauer.

fontă dispunînd de o rigiditate mare în vederea eliminării vibrațiilor și are montat pe el subansambluri ce concură la rectificarea roților dințate (fig. 6.18).

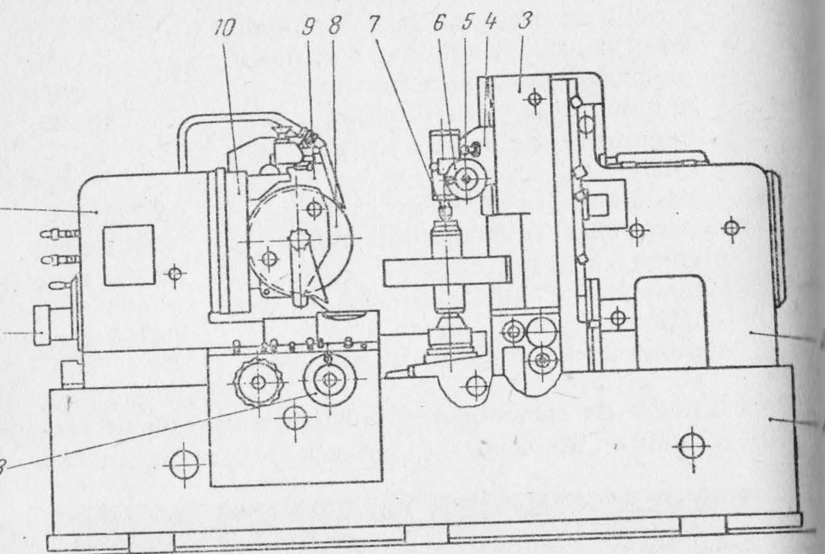


Fig. 6.18. Părțile componente ale mașinii de rectificat dantură Reishauer.

Sania portpiesă 3, montată pe batiu, se deplasează pe rulmenți cu ace. Pentru deplasarea înainte a saniei portpiesă se utilizează ulei sub presiune.

Pe sania portpiesă se găsesc dispozitivul de strîngere și păpușa mobilă 4.

Păpușa mobilă 4 poate fi reglată cu ajutorul unei roți de mînă 6, după ce s-a slăbit șurubul 5. Păpușa mobilă mai are în componența sa pinola 7 și este ghidată cu ajutorul arcurilor de presiune situate între două pene mobile, asigurîndu-se astfel o conducere precisă a pinolei.

Sania de rectificat 11 execută mișcările necesare rectificării cu melcul abraziv 8. Pe sanie mai este montat tamburul divizor 12, sania tangențială 9 și electromotorul de antrenare.

Sania tangențială 9 se înclină în funcție de unghiul de înclinație β al dinților roții și de unghiul de pantă γ, al elicei melcului abraziv. Mărimea înclinării se citește pe diviziunile de pe capul *10*.

6.3.2. **Principiul de rectificare a roților dințate cu melc abraziv.** La pregătirea piesei pentru rectificarea danturii se va urmări ca:

— danturarea să fie la o adîncime corespunzătoare, pentru ca piatra de rectificat să nu atingă fundul dintelui;

— dornurile pentru fixarea pieselor să fie executate cu precizie, atît la interior cît și suprafețele plane.

Reglarea mașinii:

— elementele de comandă se vor pune în poziția indicată în instrucțiuni;

— se montează roțile de schimb în funcție de numărul de dinți a piesei de rectificat.

Determinarea raportului roților de schimb i_1 și a roților de schimb *E, F, G, H* din tabel.

Raportul teoretic al roților de schimb:

$$i=\frac{27\times904}{\pi}\times\frac{\sin\beta}{m}=\frac{8{,}882\times119\times\sin\beta}{m}=\frac{E\times G}{F\times E}.$$

Raportul roților de schimb corijat:

Dacă unghiul β este: $\begin{cases}\text{prea mare:} & i_1=i+\Delta i;\\ \text{prea mic:} & i_1=i-\Delta i;\end{cases}$

dacă Δi=diferența dintre raportul roților de schimb $i-i_1$;

$$\Delta i=\frac{27\times904}{\pi\times m}\times[\sin\beta-\sin(\beta-\Delta\beta)].$$

În fig. 6.19, *c* este reprezentată diagrama pentru determinarea diferenței rapoartelor Δi la o deviere unghiulară $\Delta\beta=1$.

Pentru roțile cu dinții înclinați spre dreapta în circuitul rapoartelor de roți dințate se va intercala o roată intermediară.

Se reglează apoi pompa de frînă pentru echilibrarea jocului între dinți.

Calculul numărului de dinţi se face după formula:

$$z = \frac{\text{numărul de dinţi ai piesei}}{\text{numărul treptelor de viteză a melcului abraziv}};$$

Presiunea pompei, corespunzătoare numărului de dinţi ai roţilor dinţate, se poate regla cu un ventil, controlîndu-se presiunea la manometru.

La rectificarea roţilor cilindrice cu dantură înclinată distanţa teoretică v peste flancuri se calculează cu formula:

$$v = L_{n1} - K_2 \cdot L_n,$$

unde: L_{n1} este cota peste n dinţi înainte de rectificare, iar L_n după rectificare;

Factorul K_2: la 20°=1,4619;
la 15°=1,9318.

După operaţiile descrise anterior se reglează înclinaţia saniei tangenţiale 9 după datele din Fig. 6.19, *d*.

Pentru roţi dinţate cu dinţi drepţi:

— unghiul de atac δ = unghiul γ al pasului melcului.

Pentru roţi dinţate cu dinţi înclinaţi (fig. 6.19):

— β este unghiul elicei la piesă;

— γ — unghiul elicei melcului abraziv (v. fig. 6.19, *d*).

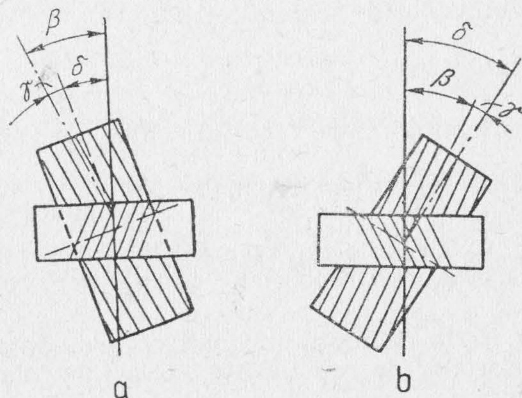


Fig. 6.19. Roţi dinţate:
a — roată dinţată cu elice spre dreapta; *b* — roată dinţată cu elice spre stînga.

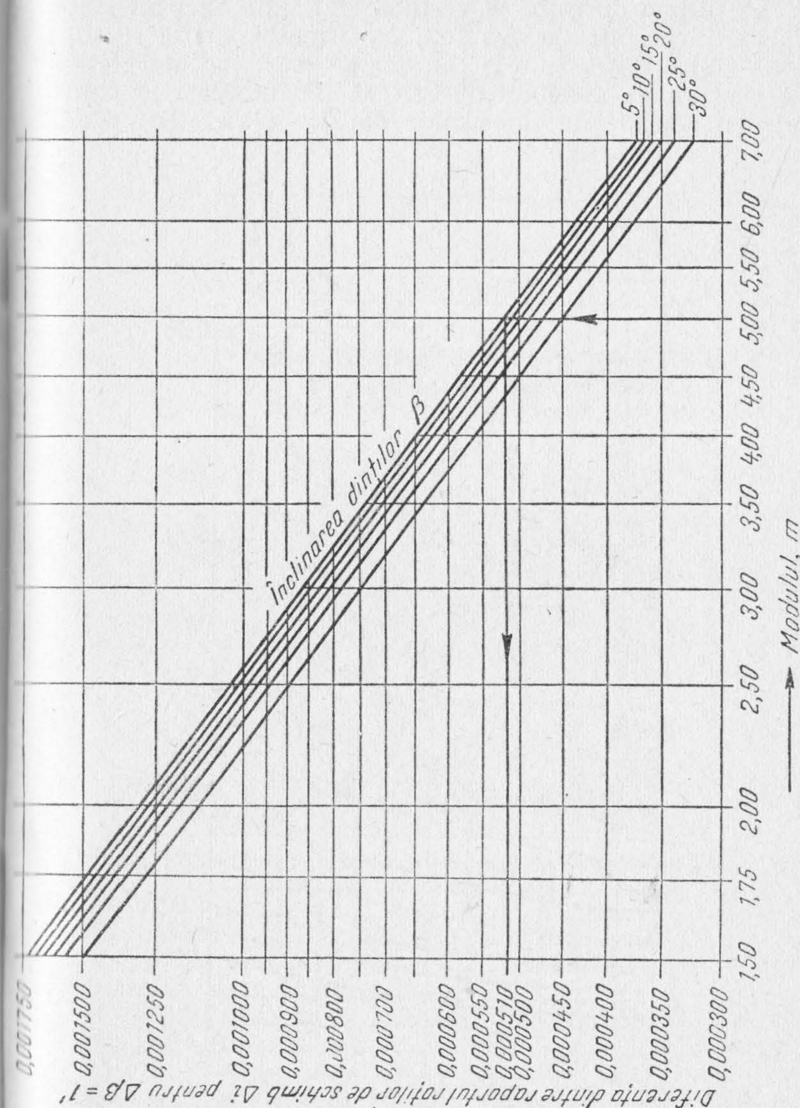


Fig. 6.19, c. Diagrama pentru determinarea diferenţei rapoartelor Δ*i*.

În ultima operație se verifică înclinația axei melcului de rectificat față de axa roții ce urmează să fie rectificată, după instrucțiunile din cartea mașinii. Suprafețele de contact ale melcului abraziv să fie întotdeauna paralele cu suprafețele flancurilor dinților piesei (fig. 6.20).

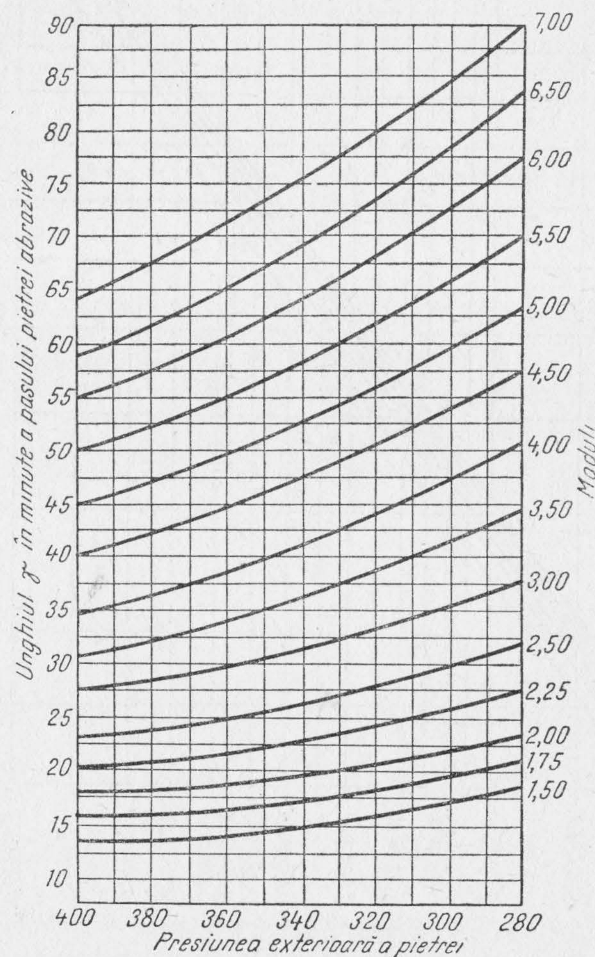


Fig. 6.19, *d*. Unghiul elicei melcului abraziv.

Pentru punerea melcului abraziv în contact cu piesa (v. fig. 6.18), se deplasează hidraulic sania de rectificat *11*, respectiv melcul abraziv *8*, apoi cu roata de mînă *13* se angrenează melcul (piatra abrazivă) cu piesa.

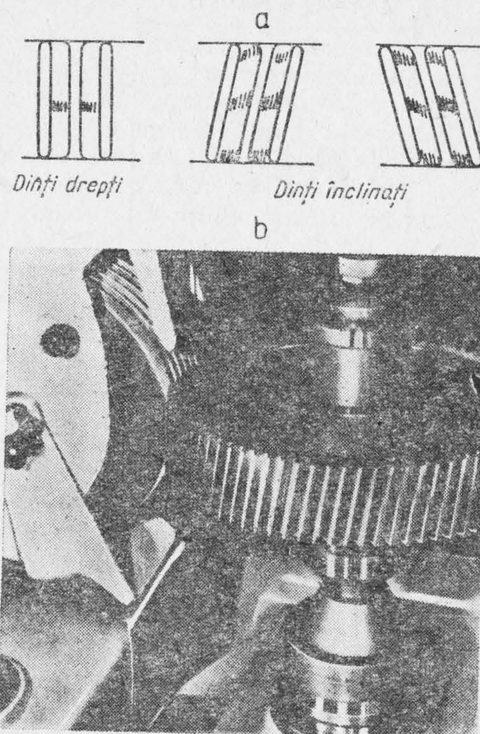


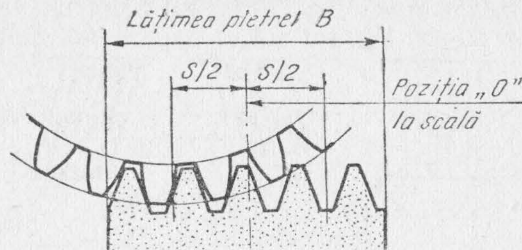
Fig. 6.20. Verificarea paralelismului dintre înclinația dinților și unghiul elicei.

Toate aceste reguli trebuie respectate numai la prima piesă pînă ce se face reglarea, în continuare urmînd ca prelucrarea să se facă automat.

6.3.3. **Melci abrazivi (pietrele abrazive).** Pe mașina de rectificat dantura se pot folosi melci cu 1—2 începuturi, profilați cu lățimea de 84 și 104 mm. Melcii care se folosesc pentru diferite lățimi și module sînt dați în tabelul 6.3.

Tabelul 6.1

Tabel cu melcii abrazivi folosiți la rectificare



Lățimea pietrei B=84 mm

Modulul	S/2 α=20°	S/2 α=15°
1,5	34	32
1,75	34	32
2	34	32
2,25	34	31
2,5	33	30
2,75	30	26
3	31	27
3,25	30	26
3,5	25	21
3,75	26	21
4	24	19
4,25	24	19
4,5	19	13
4,75	20	14

Lățimea pietrei B=104 mm

Modulul	S/2 α=20°	S/2 α=15°
4	35	30
4,25	37	31
4,5	34	27
4,75	35	29
5	28	22
5,25	30	24
5,5	33	25
5,75	23	18
6	25	17
6.5	29	20
7	29	19

După cum reiese din tabel, se pot folosi melci cu modul de 4—4,75 pentru ambele lățimi. Folosirea melcului mai lat este economicos în cazul rectificării în serii mai mari, iar lățimea mai mici prezintă avantaje la serii mici sau unicate.

Melcii trebuie prevăzuți cu flanșe de strîngere, iar între melc și flanșe se va intercala un inel de circa 0,3 mm din folie de aluminiu sau carton rezistent.

Pentru evitarea formării unor tensiuni prea mari, șuruburile se vor strînge cu ajutorul unei chei dinamometrice.

Se va acorda o atenție deosebită la echilibrarea pietrei. Pietrele abrazive neechilibrate duc la rezultate necorespunzătoare.

Pentru obținerea corectă a profilului și pentru protejarea lagărelor este neapărat necesară echilibrarea dinamică a melcilor.

Montarea melcului de rectificat se va face numai după ce locul de fixare este curățat și controlat cu atenție. Prezența impurităților între con și diametrul interior al flanșei, pot duce la devierea axului și prin aceasta la rebuturi.

Se va ține cont de lungimea și diametrul piesei de rectificat pentru a se stabili diametrul melcului de rectificat și respectiv cotele bucșei de prindere.

La rectificarea roților cu dinți înclinați, trebuie sesizat că, odată cu creșterea unghiului de înclinație, scade cursa saniei portpiesă *3* respectiv lungimea de rectificat.

A. Dispozitivul manual de avans al capului de rectificat. Avansul manual se realizează cu roata de mînă *13* (v. fig. 6.18) care este în legătură cu fusul melcului abraziv. Sania de rectificat *11* se poate mișca independent față de dispozitivul de avans automat al păpușii portpiatră. Tamburul cu scala gradată a roții de mînă *13* se poziționează prin decuplarea unui mîner. O gradație a scalei de pe tambur corespunde cu 0,01 mm.

B. Dispozitiv de centrare fină. Cu ajutorul acestui dispozitiv se poate poziționa unghiul roții dințate de rectificat fără desfacerea dispozitivului de strîngere a piesei. Avantajul pe care-l prezintă acest dispozitiv este că

se pot rectifica dinţi care prezintă suprafeţe neregulate.

Corecţia unghiului la piesă se face prin poziţionarea unui mîner pe care rotindu-l spre dreapta se rectifică suprafaţa *G*, iar spre stînga suprafaţa *N* (fig. 6.21).

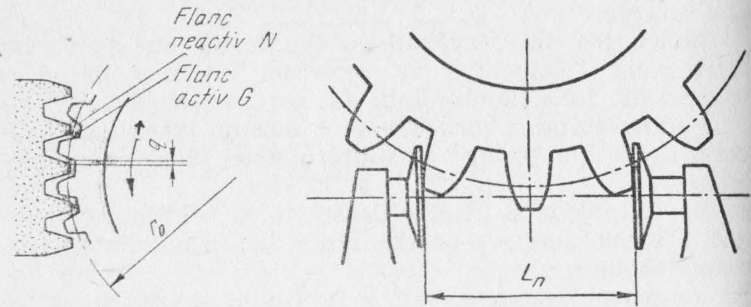


Fig. 6.21. Corectarea unghiului la piesă.

Fig. 6.22, *a*. Măsurarea adausului de rectificare la roţile dinţate.

Valoarea de corectare a rotirii mînerului este:

$$Q \cong 0{,}015 \frac{r0}{100};$$

Adausul de rectificare pentru roţile dinţate se determină în funcţie de modul şi diametrul exterior şi se măsoară cu micrometrul (fig. 6.22, *a*). Mărimea adausului este dat în cele două diagrame (fig. 6.22, *b*).

Erorile de profil ale dinţilor rectificaţi, puse în evidenţă pe profilogramă, pot avea următoarele aspecte specifice:

1. Apare o înălţare la capul dintelui (fig. 6.23, *a*), din două cauze: a) ambele părţi sînt greşite, degajarea melcului prea lată;

b) dacă numai o parte e greşită, degajarea melcului deplasată lateral (fig. 23, *b*).

2. Dacă diagramele sînt neregulate fig. 6.23, *c* se vor căuta cauzele la avansul piesei:

a) lagărele arborelui necorespunzătoare;
b) vîrful de antrenare deteriorat;
c) vîrful păpuşii mobile este deplasat;
d) presiunea pompei de ulei dereglată.

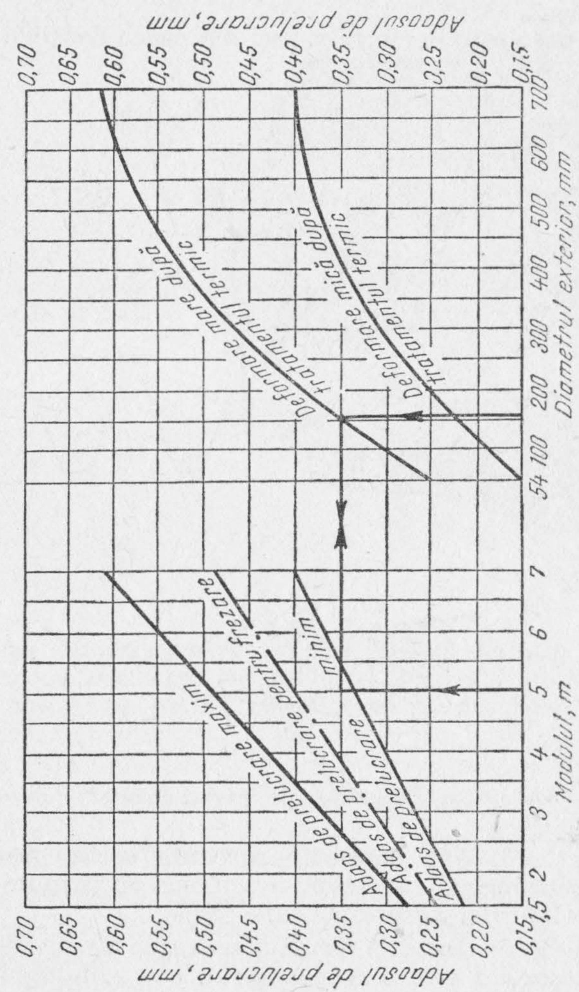


Fig. 6.22, b. Mărimea adausului şi deformaţia după tratamentul termic.

6.3.4. **Greşeli la rectificarea danturii.** Greşelile pot fi privitoare la:

— bătaia radială a danturii;
— formă;
— piesele care devin prea moi din cauza decălirii.

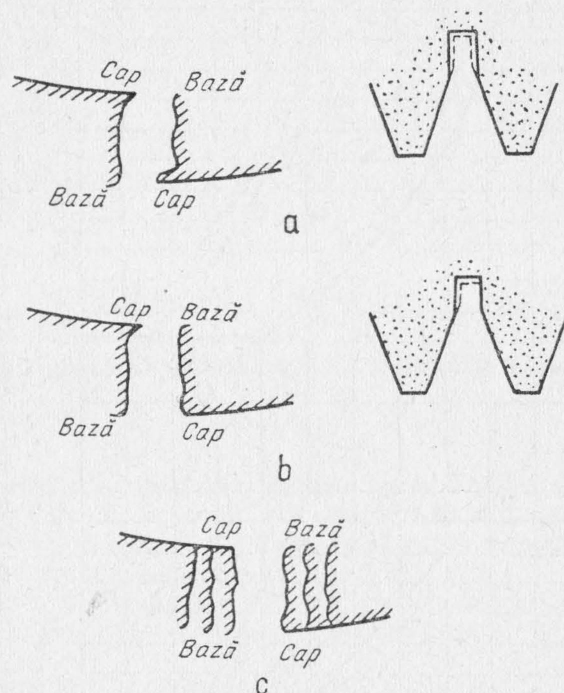


Fig. 6.23. Diagrame ale formei dintelui.

Bătaia radială a danturii apare din cauza pregătirii necorespunzătoare a pieselor, a sculelor cu prindere imprecisă, vîrfurilor necorespunzătoare etc.

Greşelile de formă a dintelui apar din cauza discului abraziv care nu este bine echilibrat, a unghiului de angrenare greşit, a sculelor necorespunzătoare, a vîrfului de antrenare deteriorat, a necoaxialităţii între vîrful de prindere şi flanşa de fixare etc.

Greşeli din cauza pieselor care devin prea moi. Acestea apar din cauza avansului care e prea mare, piatra abrazivă e prea tare şi decăleşte suprafaţa de rectificat.

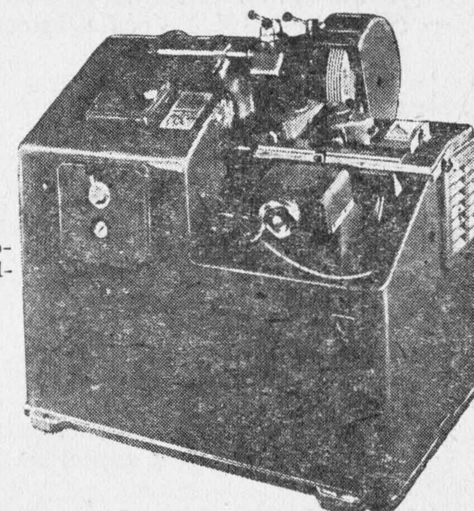


Fig. 6.24. Maşină de profilat melci (piatră melcată) tip AM.

6.3.5. **Maşini pentru profilat melcul abraziv tip AM.** Maşina de rectificat roţi dinţate Reishauer foloseşte un disc abraziv pe periferia căruia se află imprimat profilul dintelui.

Această imprimare se execută pe o maşină anexă care este indispensabilă maşinilor de rectificat danturi (fig. 6.24).

Caracteristici tehnice ale maşinii AM:

— diametrul maxim al melcului abraziv	400 mm;
— diametrul minim al melcului abraziv	270 mm;
— alezajul melcului abraziv	160 mm;
— lăţimea melcului abraziv	max. 104 mm;
— modulul ce poate fi imprimat	1...7 mm;
— cursa axială a mesei	140 mm;
— cursa radială a mesei	75 mm.

Principiul de lucru al mașinii de moletat melci abrazivi.

Ciclul de prelucrare cuprinde 4 faze (fig. 6.25):

— mișcarea de lucru între punctele *1* și *2;*

— retragerea rapidă a sculei între punctele *3* și *4;*

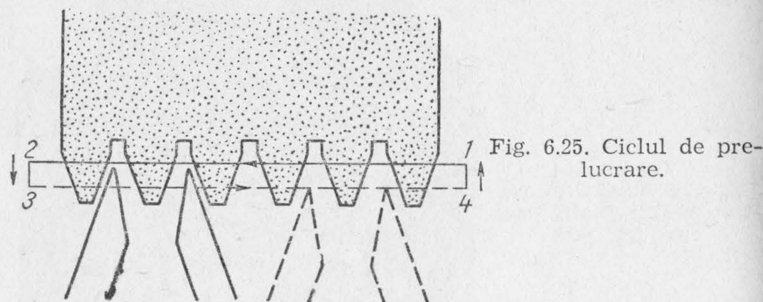


Fig. 6.25. Ciclul de prelucrare.

— retragerea radială a sculei între punctele *3* și *4;*

— apropierea radială a sculei de profilat între punctele *4* și *1.*

Motorul electric antrenează arborele portpiatră prin intermediul roților de schimb. Mișcarea de apropiere

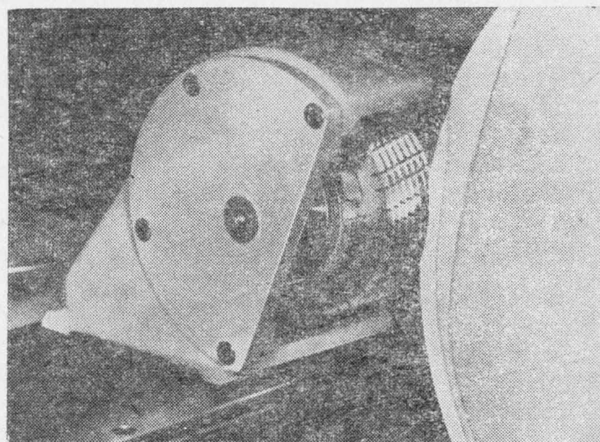


Fig. 6.26. Principiul moletării pe mașina AM.

(*4—1*) a sculelor cu vîrful de diamant pentru profilarea de finisare se face hidraulic.

Degroșarea se realizează cu o rolă numită moletă (fig. 6.26) ce este fixată într-un dispozitiv montat pe masa mașinii.

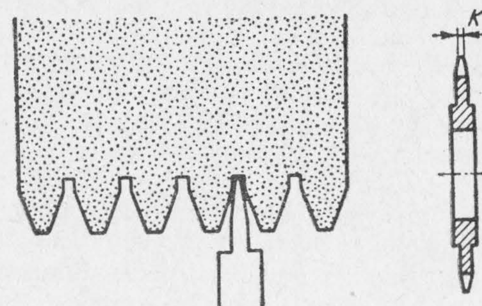


Fig. 6.27. Moletarea piciorului dintelui.

Apăsarea rolei asupra melcului abraziv se realizează hidraulic în timp ce piatra se rotește încet antrenînd și rola în mișcarea de rotație. Pentru a ușura execuția profilului în piatra abrazivă, se folosesc role de moletat cu o lățime *K* stabilită pentru fundul profilului (fig. 6.27).

Cînd se cere ca roțile dințate să fie rectificate și la piciorul dintelui, se utilizează role de moletat care rotunjesc profilul melcului abraziv (fig. 6.28). Raza minimă de rotunjire a rolelor este 0,2 mm.

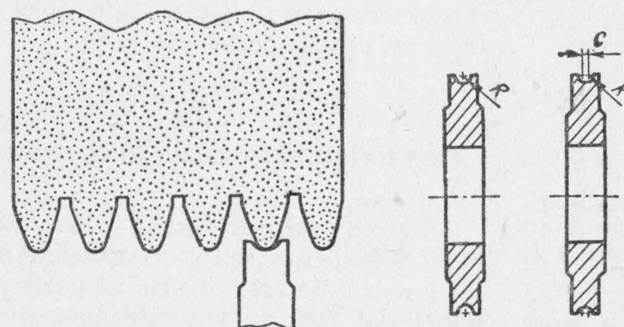


Fig. 6.28. Rotunjirea profilului melcului abraziv.

Pentru profilarea de finisare a melcului abraziv se utilizează dispozitivele de profilat cu ajutorul diamantelor (fig. 6.29). În acest caz, ambele flancuri se vor profila

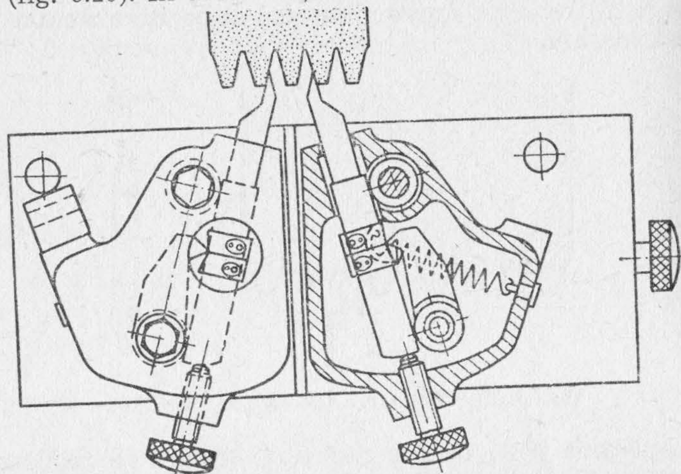


Fig. 6.29. Dispozitiv de profilat cu ajutorul diamantelor.

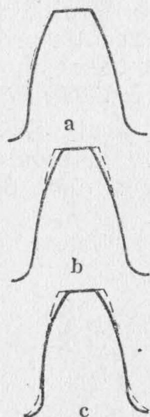


Fig. 6.30. Profiluri de dinți: *a* — dantură în evolventă; *b* — corijări la capul dintelui; *c* — corijări la capul și piciorul dintelui.

simultan cu diamantele fixate în cele două dispozitive fixate pe masa mașinii. Unghiul de atac este 14°30′ și 30°. Cu aceste dispozitive se pot profila dinți normali și dinți cu profil special (fig. 6.30).

6.4. MAȘINI DE RECTIFICAT ÎN COORDONATE

Noțiuni despre sisteme de coordonate. Sub denumirea de coordonate se înțeleg mărimile care determină poziția unui punct dat față de anumite elemente: un alt punct, un plan sau o linie.

Sistemele de coordonate folosite la mașini-unelte sînt coordonate în plan și pot fi:

— coordonate rectangulare;

— coordonate polare.

A. Sistemul de coordonate rectangulare în plan. În acest sistem elementele de la care se măsoară distanța pînă la un punct dat sînt două linii perpendiculare între ele, care se numesc axe de coordonate (fig. 6.31).

Un astfel de sistem are: axa orizontală x și axa verticală y. Punctul de intersecție O a axelor x și y se numește originea sistemului de coordonate și orice punct (centrul găurii) aflat în plan este perfect determinat dacă se cunosc distanțele punctului de la axele x și y.

B. Sistemul de coordonate polare. În sistemul de coordonate polare, elementele față de care se determină poziția unui punct sînt linia dreaptă Ox numită axă polară și punctul O numit pol (fig. 6.32).

Poziția unui punct M se determină prin distanța acestui punct pînă la polul O notată cu R și unghiul φ pe care îl formează dreapta OM și axa polară OX.

C. Transformarea coordonatelor polare în coordonate rectangulare și invers. Cele două sisteme sînt reprezentate în fig. 6.33. Originea sistemului O coincide.

Coordonatele rectangulare se exprimă în coordonate polare prin ecuațiile: $x = R \cos \varphi$; $y = R \sin \varphi$.

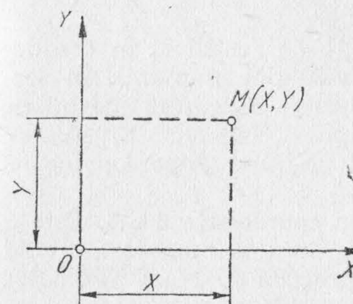


Fig. 6.31. Coordonate rectangulare.

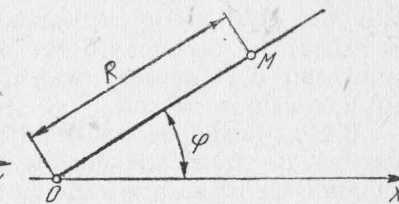


Fig. 6.32. Coordonate polare.

Coordonatele polare se exprimă în coordonate rectangulare prin ecuaţiile:

$$\text{tg}\ \varphi=\frac{y}{x}$$ de unde rezultă:

$$y=x\ \text{tg}\ \varphi;\ x=\frac{y}{\text{tg}\ \varphi}.$$

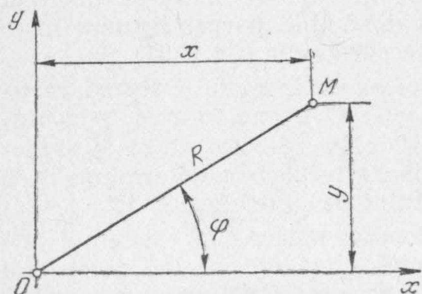


Fig. 6.33. Transformarea coordonatelor polare în coordonate rectangulare.

Raza R se calculează prin teorema lui Pitagora:

$$R=\sqrt{x^2+y^2}.$$

6.4.1. **Descrierea maşinilor de rectificat în coordonate.** Maşinile de rectificat în coordonate sînt asemănătoare cu maşinile de găurit în coordonate, cu deosebirea că, la aceste maşini, scula aşchietoare este un disc abraziv ce descrie în timpul lucrului o mişcare planetară. Aceste maşini sînt destinate prelucrărilor de înaltă precizie, a găurilor cu cote între centre, la rectificarea arcelor de cerc şi la rectificarea profilurilor.

După construcţia lor maşinile de rectificat în coordonate pot fi cu un montant sau cu doi montanţi. În secţiile de sculărie ale întreprinderilor se găsesc maşini de rectificat în coordonate de tipul „Hausser" Elveţia cu unul sau doi montanţi şi Mitsui Seiki Japonia, tot cu unul sau doi montanţi.

6.4.2. **Maşina de rectificat în coordonate 6 GA.** Este o maşină de fabricaţie japoneză, cu doi montanţi, avînd sistemul de măsurare optic cu precizia de 1 μm (fig. 6.34).

Maşina poate fi folosită ca maşină mamă pentru controlul şi corectarea pieselor executate la maşina de găurit în coordonate.

Această maşină prezintă o mare precizie şi are o construcţie foarte robustă. Este construită în aşa fel ca să-şi menţină precizia iniţială, timp îndelungat. Ea dispune de un echipament optic de mare fineţe, iar sistemul de control asigură operaţii de mare exactitate.

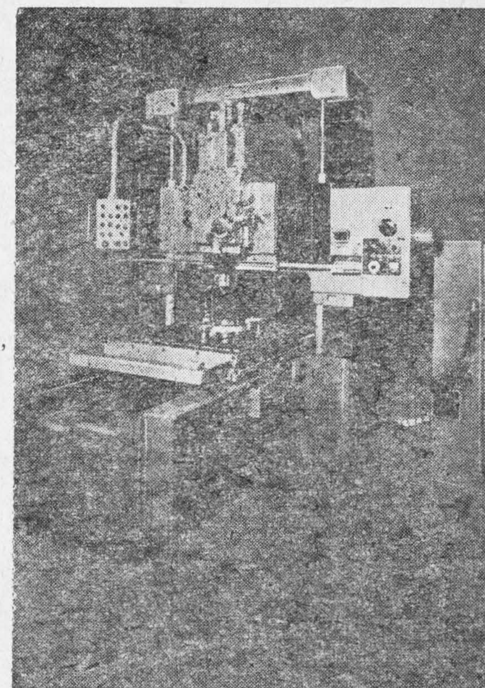


Fig. 6 34. Maşina de rectificat în coordonate, tip 6 GA.

Maşina de rectificat în coordonate poate prelucra găuri cilindrice, conice precum şi canale pe o direcţie dată.

Caracteristici tehnice:

— mişcarea longitudinală a mesei 1 020 mm;
— mişcarea transversală a păpuşii portsculă 680 mm;

— distanţa maximă de la masă pînă la broşă 750 mm;
— viteza broşei 20—400 rot/min;
— diametrul maxim de rectificat ∅ 310 mm;
— unghiul de înclinare la găuri conice 16°;
— precizia poziţionării 0,0015 mm;
— viteza de deplasare 5 mm/min;
— putere totală instalată 5 kW.

6.4.3. **Părţile principale componente ale maşinii de rectificat în coordonate** (fig. 6.35). Acestea sînt: Batiul *1* se sprijină pe trei puncte şi este construit în formă de cutie ermetic închis. Este foarte rigid avînd ca întărituri nervuri oblice.

Masa *2* este prevăzută cu canale *T* pentru prinderea piesei de prelucrat. Ea se mişcă pe glisierele batiului înainte şi înapoi. Mişcarea mesei este comandată de un comutator de pornire care selectează avansul rapid şi lent.

Traversa *3* execută mişcarea pe verticală de-a lungul coloanelor perpendicular pe masă. Această mişcare se face cu ajutorul şuruburilor de ridicare a traversei care sînt montate vertical pe partea de legătură a coloanelor *4*.

Sania *5* glisează la dreapta şi la stînga pe traversă prin intermediul şurubului de conducere, de-a lungul căilor de ghidare a traversei. Pentru acţionarea ei sînt plasate în partea dreaptă a traversei motorul şi cutia de viteze *6*.

Păpuşa portbroşă este montată pe sanie. Aceasta culisează orizontal de-a lungul traversei. Sania cuprinde sistemul de acţionare a mişcării planetare, sistemul de avans al broşei cît şi sistemul de rectificare conic.

Broşa *8* se mişcă cu precizie în sus şi în jos de-a lungul căii de ghidare a păpuşii. Arborele principal este susţinut de rulmenţi conici. La capătul broşei este montată sania transversală *9* care se mişcă radial spre centrul broşei. Tot la capătul ei se montează şi dispozitivul de rectificat canale. Pe sanie se deplasează motorul de înaltă

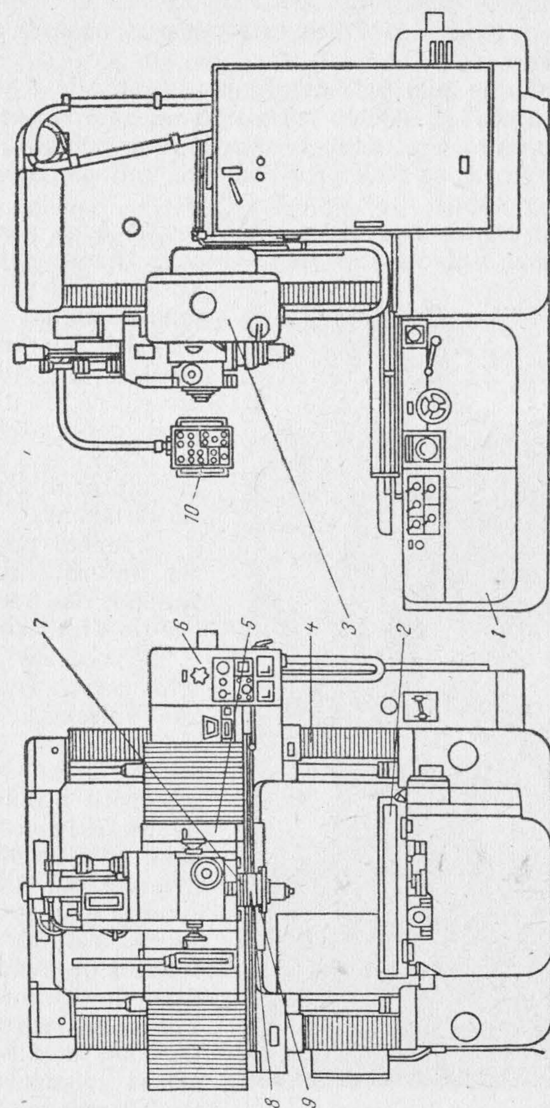


Fig. 6.35. Părţile componente a maşinii de rectificat în coordonate, tip 6 GA.

frecvenţă care împreună cu piatra abrazivă descrie o mişcare planetară.

Panoul de comandă 7 serveşte pentru comanda tuturor mişcărilor.

Motoarele de înaltă frecvenţă au turaţii de 9 000 ... 45 000 şi 18 000 ... 90 000 rot/minut şi se montează la partea inferioară (fig. 6.36) a arborelui principal. Pornirea şi oprirea lor se face prin comanda butoanelor de pe panoul de comandă.

Ungerea motoarelor de înaltă frecvenţă se face cu ajutorul unui pulverizator de ulei care trimite cu presiune uleiul sub formă de ceaţă.

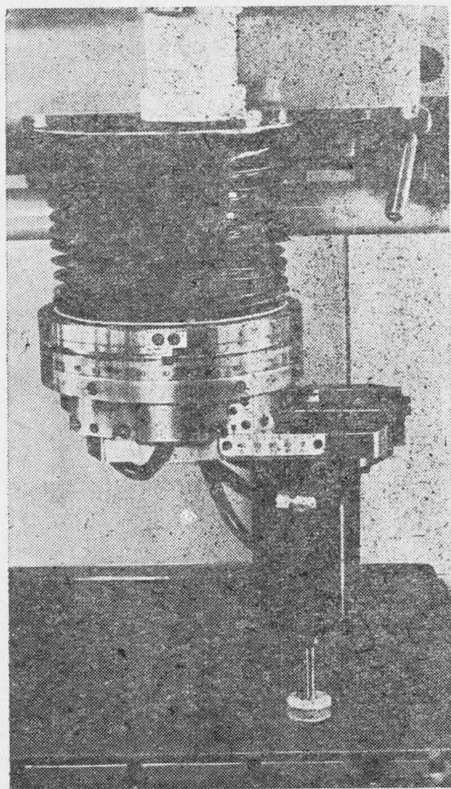


Fig. 6.36. Motorul de înaltă frecvenţă.

6.4.4. **Mişcările de avans.** 1. Avansul mesei se realizează prin deplasarea mesei înainte sau înapoi cu ajutorul butonului de avans.

Avansul poate să fie fin sau rapid în funcţie de necesităţile de prelucrare.

2. Avansul saniei transversale realizează mişcarea spre dreapta sau spre stînga după cum a fost rotit butonul de avans. Şi în acest caz sania are avans fin şi avans rapid. Avansul fin manual se realizează cu ajutorul butonului de avans manual, iar o rotaţie a butonului corespunde unei deplasări a saniei transversale de 0,2 mm.

3. Avansul vertical al traversei se realizează prin mişcarea mînerului comutatorului selectiv, iar traversa se va deplasa în direcţia respectivă.

4. Avansul pinolei poate fi: a. Avans manual care se face prin rotirea butonului de avans manual, pinola se deplasează cu avansul de 1,7 mm la o rotaţie a butonului, iar valoarea unei gradaţii de pe buton este de 0,02 mm.

b. Avans automat al pinolei ce se realizează cu un cilindru hidraulic. Viteza de avans e posibilă pînă la maximum 5 mm/minut. Mărirea sau reducerea vitezei se face cu ajutorul unui întrerupător cu buton, viteza înregistrîndu-se pe cadranul unui contor de rotaţii.

5. Avansul radial al discului abraziv de rectificat se realizează prin schimbarea excentricităţii centrului arborelui de rectificat faţă de centrul arborelui principal. Domeniul avansului pe direcţie radială este de 5 mm.

Avansul radial se realizează prin deplasarea motorului de înaltă frecvenţă. Avansul radial este de 0,2 mm. Avansul radial se citeşte pe tamburul gradat (o gradaţie corespunde unei valori de 0,002 mm pe diametru).

6.4.5. **Procesul de rectificare.** Găurirea preliminară trebuie să fie cilindrică. În cazul unei elipse, este foarte greu să se rectifice încît să rezulte o gaură perfect cilindrică.

La prelucrarea oricărei găuri prin rectificare, înainte, se va aplica o rectificare de degroşare şi numai după aceea se va face rectificarea de finisare, pentru a se preveni orice eroare ce ar putea să apară în timpul reglării piesei.

Cu o piatră abrazivă normală de rectificat nu se pot rectifica găuri sub ∅ 3 mm, din cauză că tija dreaptă cedează iar discul abraziv nu poate suporta viteza optimă de rectificare.

Pentru a se rectifica găuri cu diametre mici cu mai multă eficienţă se vor folosi pietre cu diamant, întrucît sînt mai rigide şi au o mare durabilitate.

Nu este indicată înlocuirea discului abraziv în timpul procesului cu unul nou, mai ales cînd gaura se apropie de dimensiunea finală.

6.4.6. **Principiul de lucru al mașinii de rectificat în coordonate 6 GA.** Mișcarea de rotație a arborelui principal (mișcarea planetară) este obținută de un motor electric, a cărui turație variază de la 20—400 rot/min. Arborele principal poate fi rotit și manual.

Avansul broșei este dat de un motor hidraulic și schimbările de viteză pot fi făcute cu ajutorul unui comutator de pe tabloul de comandă, obținîndu-se viteze de avans pînă la 5 m/min. Broșa se poate deplasa și manual cu ajutorul unei roți de mînă. Cursa de avans a broșei este limitată de două opritoare ce se găsesc pe păpușă.

Mișcarea de avans radială este realizată de păpușa ce se deplasează pe traversă în mod automat sau manual. Cînd această mișcare de avans radial este sincronizată cu avansul broșei (fig. 6.37) se pot rectifica găuri conice cu unghiul de înclinare pînă la 16°.

Unghiul de înclinare poate fi reglat pe o riglă ce se găsește în interiorul părții frontale a păpușii, astfel ca mecanismul de avans transversal să poată fi conectat la mișcarea verticală a pinolei.

La rectificarea conică, avansul radial crește sau descrește automat prin deplasarea pinolei în sus sau în jos.

Mașina este prevăzută cu două dispozitive de citire, unul după axa x și altul după axa y.

După axa x se deplasează masa iar după axa y capul de rectificat.

6.4.7. **Dispozitivul de poziționare.** La mașina 6 GA poziționarea și măsurarea coordonatelor se face în sistemul rectangular printr-un dispozitiv independent care se cuplează în timpul deplasării mesei (după axa x) sau a saniei păpușii portsculă (după axa y). Fiecare dispozitiv de poziționare (fig. 6.38) constă din: rigla mobilă *1* gradată în mm care se deplasează manual; rigla etalon divizată în mm care se află în partea inferioară a mesei *3* și pe suprafața din spate a saniei păpușii portsculă, (acestea sînt construite din aliaj Fe-Ni pentru a avea o stabilitate mare la dilatare); un sistem optic *5* pentru citirea poziției exacte cu precizia de 1 μm.

Riglele etalon se deplasează împreună cu masa și sania portsculă dispunînd de un dispozitiv de reglare pen-

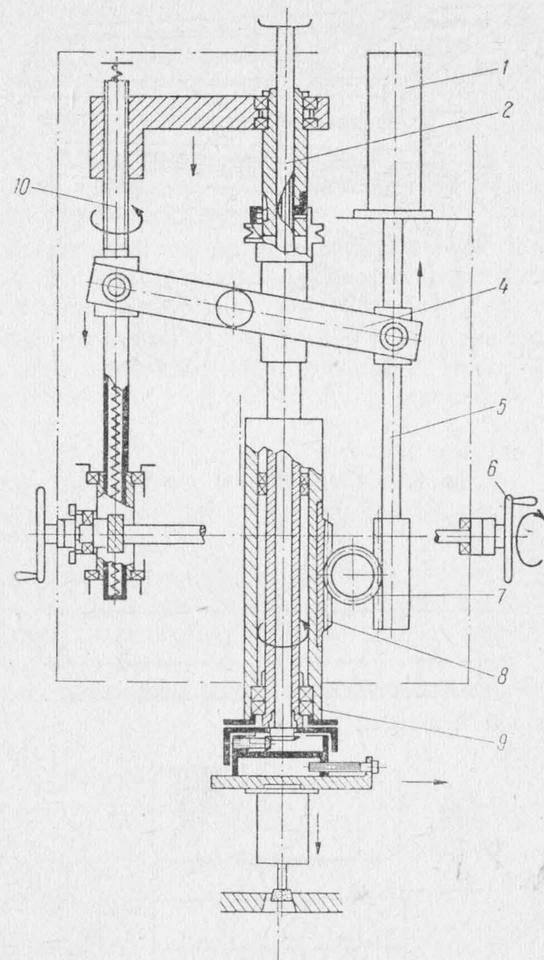


Fig. 6.37. Mecanismul de rectificare conică:

1 — cilindrul hidraulic; *2* — arbore central; *3* — arbore de acționare; *4* — pîrghie de legătură; *5* — tijă piston; *6* — roată avans transversal; *7* — pinion; *8* — cremalieră; *9* — pinolă; *10* — arbore avans transversal.

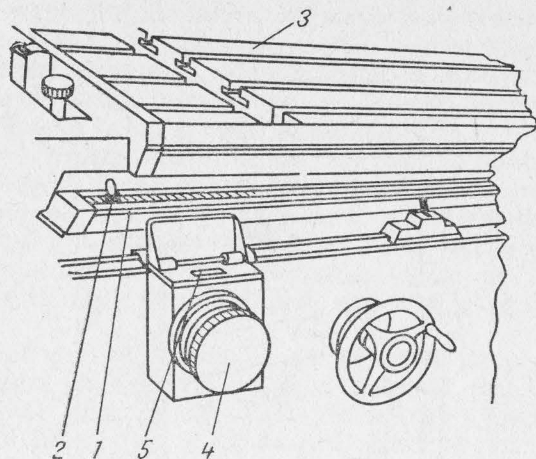


Fig. 6.38. Dispozitiv de poziționare.

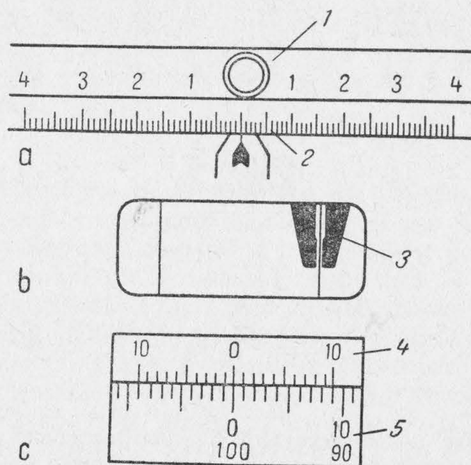


Fig. 6.39. Sistem optic de măsurare:
1 — riglă mobilă numerică; 2 — riglă gradată fixă; 3 — fantă; 4 — vernier; 5 — tambur micrometric.

tru a aduce gradațiile în concordanță cu orice poziție din sistemul de coordonate.

Rigla gradată *1* este fixată pe un suport și are scara numerică imprimată pe o bandă de oțel *2* ce poate glisa de-a lungul riglei gradate (fig. 6.39, *a*). Cifrele care indică poziția coordonatelor sînt scrise cu negru pe reticul, pe care se citesc coordonatele în creștere față de origine (+) iar în stînga butonului se află cifrele roșii pe care se citesc coordonatele în descreștere (—).

6.4.7.1. **Dispozitivul optic de citire.** Pentru fiecare dispozitiv de poziționare există un sistem optic fixat în batiu și în traversă și cîte un dispozitiv de măsurare.

Cu ajutorul sistemului optic (fig. 6.39) gradațiile riglei etalon, care se deplasează împreună cu masa, respectiv cu sania transversală se vor proiecta pe ecran cu distanța între ele mărită de 30 X. O diviziune a imaginii mărite este împărțită în 100 părți egale pe un tambur micrometric care la o rotație se deplasează cu 1 mm.

În sistemul optic se află o fantă neagră care se deplasează împreună cu tamburul micrometric 5 la stînga sau la dreapta și această fantă încadrează diviziunea citită. Precizia de 1 μm se citește pe vernier unde gradația tamburului micrometric împărțit pe suprafața exterioară în 100 părți egale (0,01) corespunde cu o gradație de pe vernier.

Precizia vernierului este de 1 μm pentru că 9 diviziuni de pe tamburul micrometric sînt împărțite pe vernier în 10 părți egale 1 div$=$

$$=\frac{0{,}09}{10}=0{,}009 \text{ mm; precizia}=$$

0,01—0,009=0,001 mm.

Măsurarea coordonatelor față de centrul găurii (fig. 6.40). Se fixează linia indicatoare de pe rigla etalon pe ecran exact la mijlocul fantei, apoi se adaugă datele citite pe rigla mo-

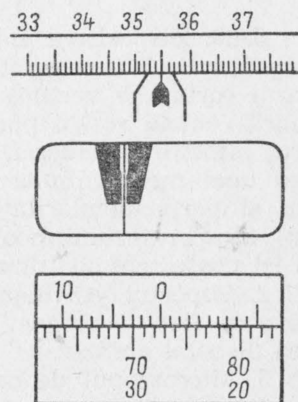


Fig. 6.40. Măsurarea coordonatelor.

bilă la cele de pe tamburul micrometric și de pe vernier. Cota va fi:

citire pe rigla mobilă	354
citire pe tamburul micrometric	0,72
citire pe vernier	0,006
	354,726

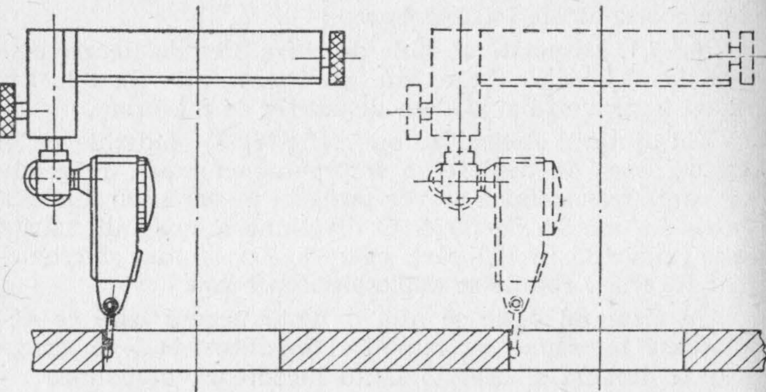


Fig. 6.41. Verificarea centrului arborelui principal față de centrul piesei.

6.4.8. **Dispozitive folosite la mașina de rectificat în coordonate.** 1. Comparatorul de centrare (fig. 6.41) cu ajutorul căruia se verifică dacă centrul arborelui principal, adică centrul rotirii planetare, corespunde exact cu centrul piesei de prelucrat. El poate fi folosit pentru centrarea unei mese circulare, pentru măsurarea paralelismului și perpendicularității piesei față de masă. Palpatorul comparatorului poate fi pus în orice poziție dorită și își poate schimba direcția de măsurare (fig. 6.42).

2. Suportul portdiamant (fig. 6.43), format dintr-un corp de fier cu magnet permanent, servește la îndreptarea discului abraziv.

3. Microscopul de centrare (fig. 6.44) fixat de brațul semicircular ce se montează pe arborele principal. Acest microscop se folosește pentru centrarea și suprareglarea piesei de prelucrat. Mărirea microscopului este de 25 X,

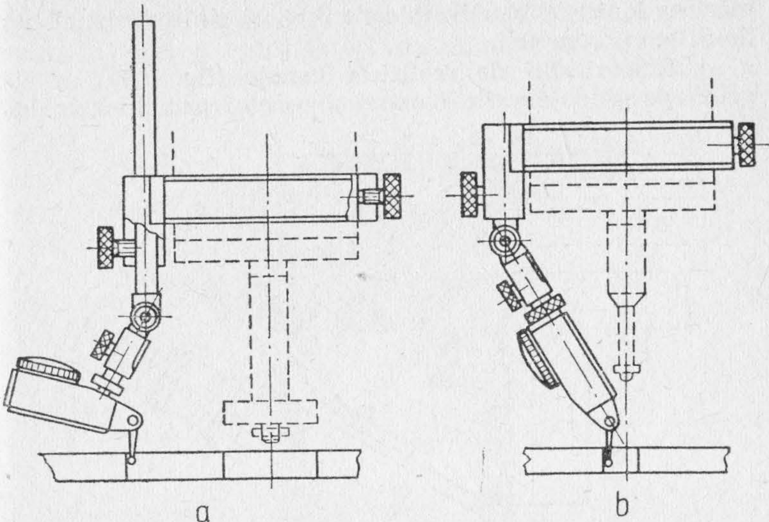


Fig. 6.42. Metode de centrare cu ajutorul comparatorului.

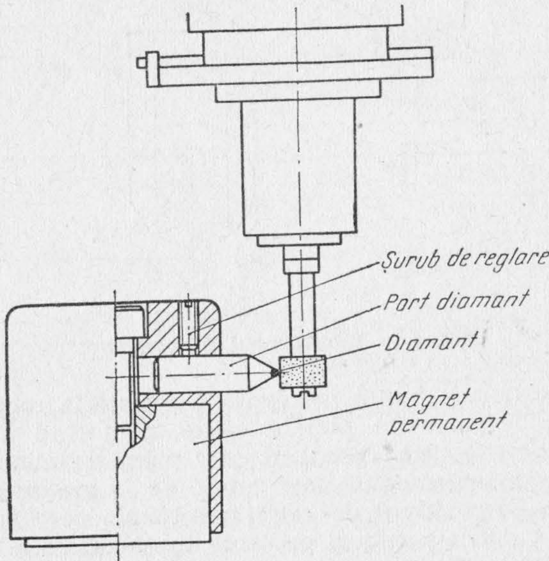


Fig. 6.43. Îndreptarea discului abraziv.

mărirea lentilei-obiectiv este de 3 ×, și cîmpul vizual net de 5,3 mm diametru.

4. Dispozitivul de rectificat canale (fig. 6.45) se fixează pe ghidajele din capătul arborelui principal, în lo-

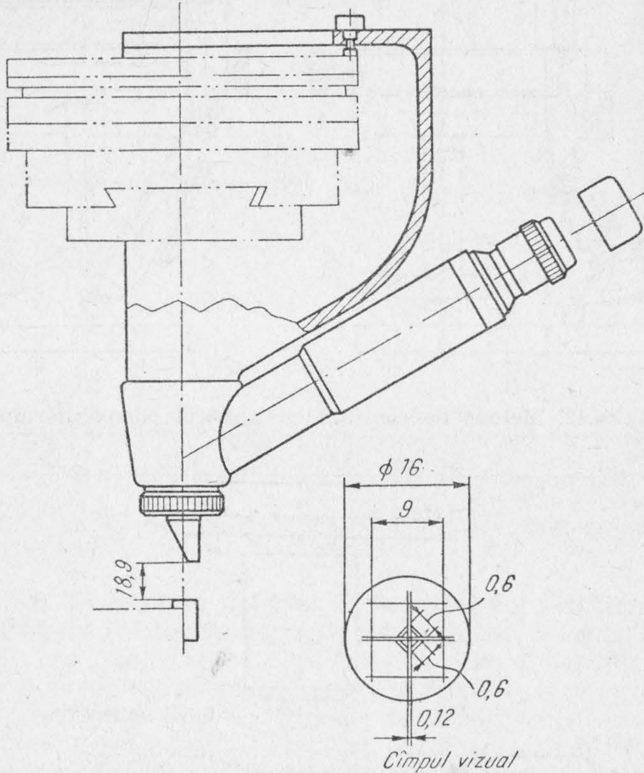


Fig. 6.44. Microscopul de centrare.

cul motorului de înaltă frecvență. Servește la rectificarea canalelor de pană din piesele călite, asigurînd o mare precizie de execuție. Discul abraziv primește mișcarea de rotație prin intermediul unei curele de la motorul dispozitivului. Dispozitivul de rectificat canale se fixează cu ajutorul a patru șuruburi pe sania transversală a arborelui principal.

6.4.9. **Cotarea desenelor pentru rectificarea în coordonate.** În vederea rectificării în coordonate se cere ca desenele pieselor să fie foarte clare pentru ca muncitorul să-și calculeze dimensiunile necesare executării operației. De

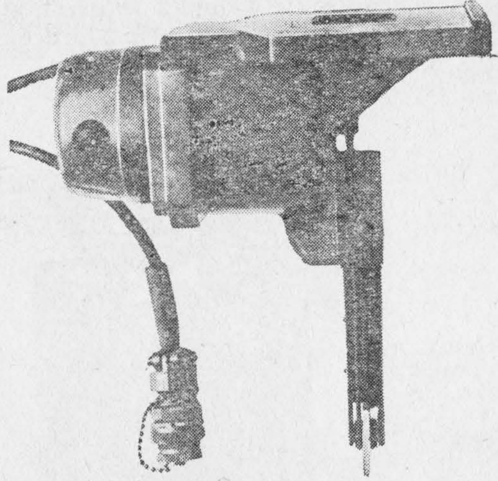
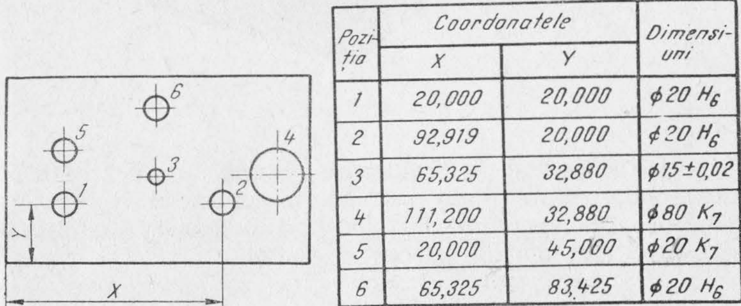


Fig. 6.45. Dispozitivul de rectificat canale.



Poziția	Coordonatele X	Coordonatele Y	Dimensiuni
1	20,000	20,000	$\phi 20\ H_6$
2	92,919	20,000	$\phi 20\ H_6$
3	65,325	32,880	$\phi 15 \pm 0,02$
4	111,200	32,880	$\phi 80\ K_7$
5	20,000	45,000	$\phi 20\ K_7$
6	65,325	83,425	$\phi 20\ H_6$

Fig. 6.46. Cotarea desenelor pentru rectificarea în coordonate.

obicei se determină o suprafață de bază și dimensiunile sînt trecute pe desen după următorul exemplu: rectificîndu-se mai multe găuri într-o singură piesă, fiecare gaură este numerotată și înscrisă într-un tabel în care se trece dimensiunea coordonatelor găurilor (fig. 6.46).

6.5. MAŞINI DE RECTIFICAT PROFILURI „STUDER"

Maşinile de rectificat profiluri „Studer" se situează printre cele mai noi tipuri apărute pînă în prezent. Acestea sînt construite cu o înaltă tehnicitate asigurîndu-se prelucrări cu o precizie cuprinsă între ±0,002 şi 0,05 mm (fig. 6.47).

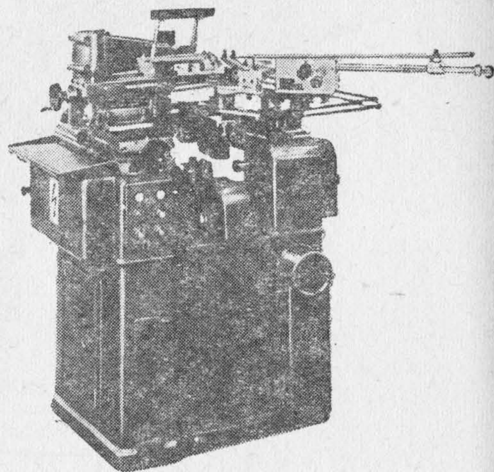


Fig. 6.47. Maşina de rectificat profiluri tip Studer.

Prin procedeul de prelucrare „Studer" se pot rectifica poansoane, cuţite plate sau circulare, dornuri, matriţe compuse din segmenţi cu sau fără degajare sau detalonare, din oţel sau din carburi metalice.

Comenzile mişcărilor sînt în întregime automatizate.

6.5.1. **Caracteristici tehnice:**

— lungimea de rectificare pentru o singură operaţie 150 mm;
— lungimea şi lăţimea maximă a gabaritului piesei de prelucrat 400×150 mm;
— diametrul maxim al piesei ce se rectifică circular 100 mm;

— cursa automată reglabilă a culisei verticale de la 0—80 mm;
— numărul de curse ale culisei verticale 20 ... 110/min;
— raportul de reducţie al pantografului 1 : 1 ... 1 : 10.

6.5.2. **Principiul de lucru al maşinii de rectificat profiluri „Studer".** Maşina este antrenată de un motor electric cuplat cu un variator de turaţie, cu posibilitatea de

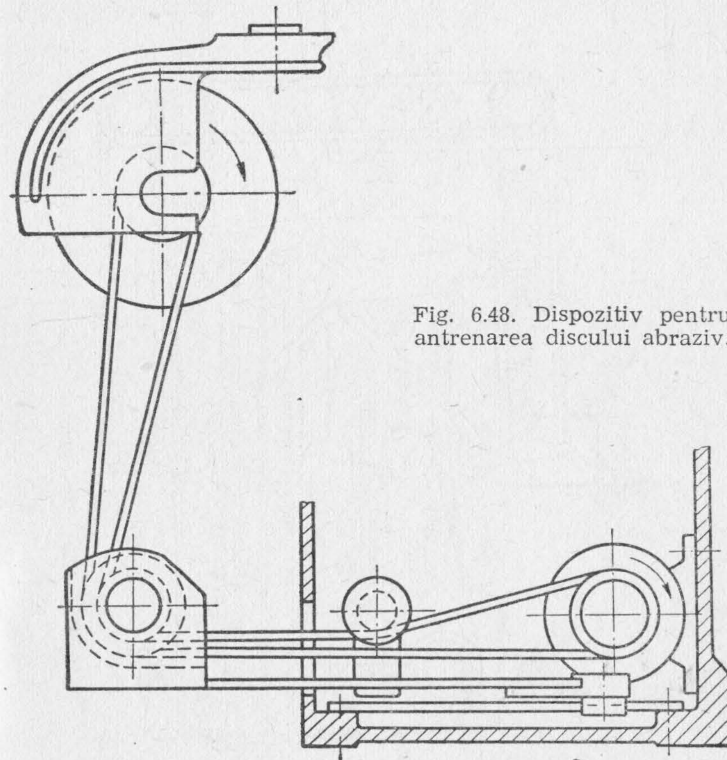


Fig. 6.48. Dispozitiv pentru antrenarea discului abraziv.

reglare de 20 ... 110 curse duble/min. Mişcarea de rotaţie este transmisă cu ajutorul curelelor trapezoidale la arborele excentric (fig. 6.48). Excentricitatea se poate regla

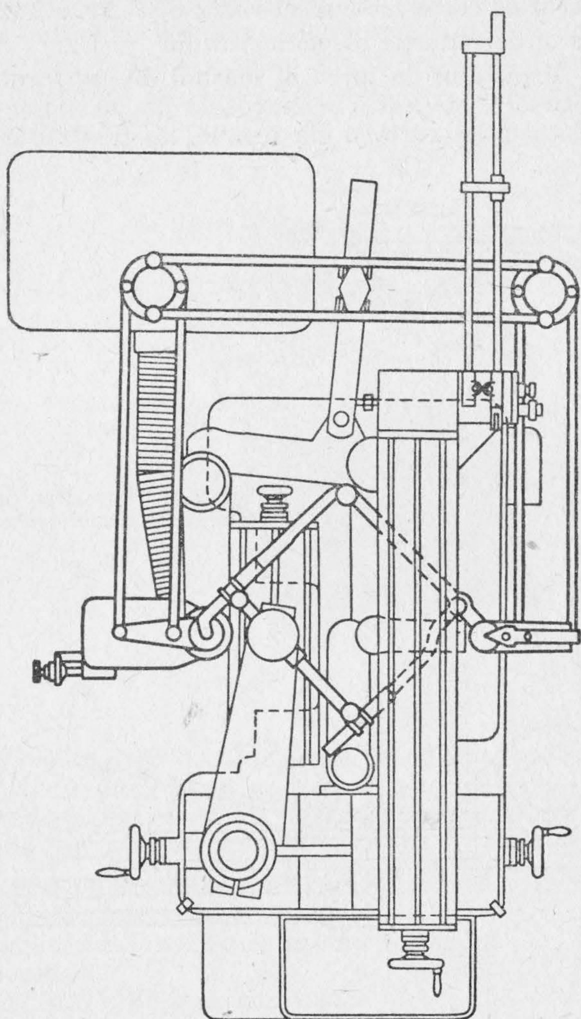


Fig. 6.49. Pantograful mașinii de rectificat profiluri.

de la 0 la 150 mm, mișcarea dute-vino prin intermediul pîrghiei la sania verticală.

Masa șabloanelor se poate deplasa în plan orizontal și vertical cu ajutorul roților de mînă. Pe masă se montează șablonul profilat pe profilul căruia se mișcă palpatorul în mod automat.

Pantograful (fig. 6.49) este reglabil. Raportul este optim de la 1 : 4 pînă la 1 : 10. Reglarea se face cu ajutorul brațelor.

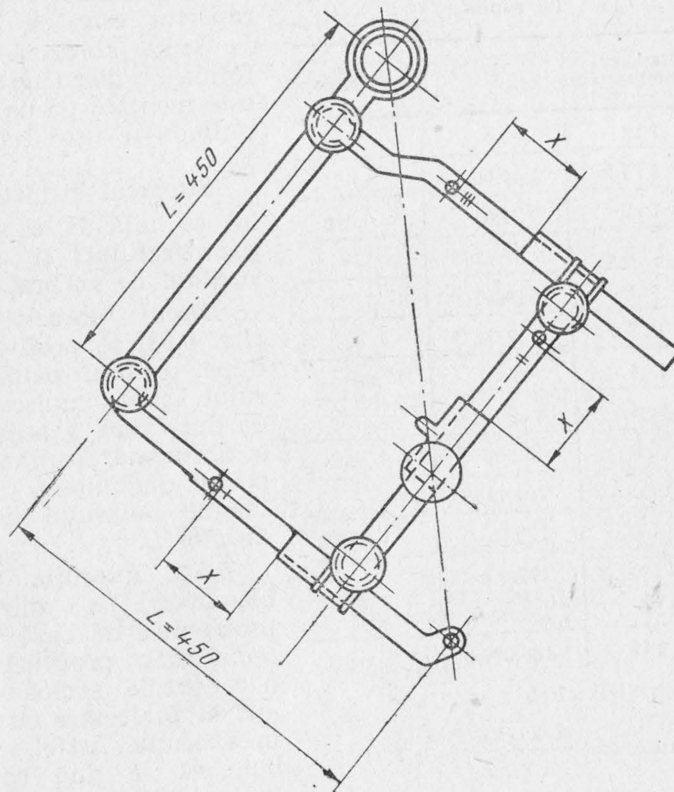


Fig. 6.50. Reglarea pantografului.

Reglarea pantografului (fig. 6.50) se realizează cu ajutorul unei roţi melcate, iar valoarea x se calculează conform formulei

$$x=\frac{L/2\cdot(V-1)}{V+1}+2;$$

$L/2$ — lungimea braţelor pantografului;
V — raportul pantografului (tabelul 6.2).

Tabelul 6.2

Corecţiile la pantografe, în funcţie de rapoarte

Raportul pantografului	x	Corecţie
1 : 1	2	
1 : 1,5	47,00	
1 : 2	77,00	−0,018
1 : 2,5	98,4285	
1 : 3	114,50	−0,017
1 : 3,5	127,00	
1 : 4	137,00	−0,017
1 : 4,5	145,1818	
1 : 5	152,00	−0,003
1 : 6	162,7143	
1 : 7	170,75	−0,002
1 : 8	177,00	
1 : 9	182,00	
1 : 10	186,0909	0

Exemplu: $V=1:5$

Formulă: $x=\frac{L/2\cdot(V-1)}{V+1}+2$

$$\lambda=\frac{225\cdot4}{6}+2=152,00$$

Un exemplu de reglare a pantografului se vede în fig. 6.51 unde raportul este de 1 : 3.

Scula abrazivă sub formă de disc (fig. 6.52) este montată pe un cap putîndu-se uşor schimba.

Suportul palpatorului se află la capătul pantografului şi este susţinut de un braţ.

Discul abraziv S (fig. 6.53) se profilează după profilul palpatorului T, prin mişcarea de dute-vino, a acestuia din urmă, în diferite poziţii unghiulare, de-a lungul liniarului conducător L.

6.5.3. **Execuţia şabloanelor.** Una dintre problemele de bază ale rectificării profilurilor o constituie şabloanele atît în proiectare cît şi în execuţie. Astfel, trebuie să se ţină cont ca, şabloanele să aibă lungimea maximă de 600 mm şi adîncimea

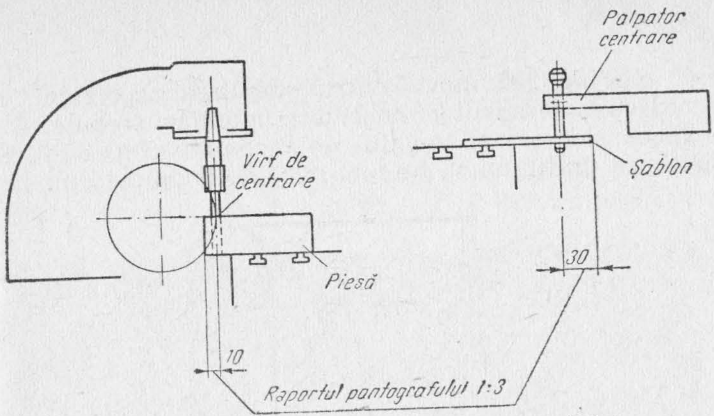


Fig. 6.51. Exemplu de reglare a pantografului.

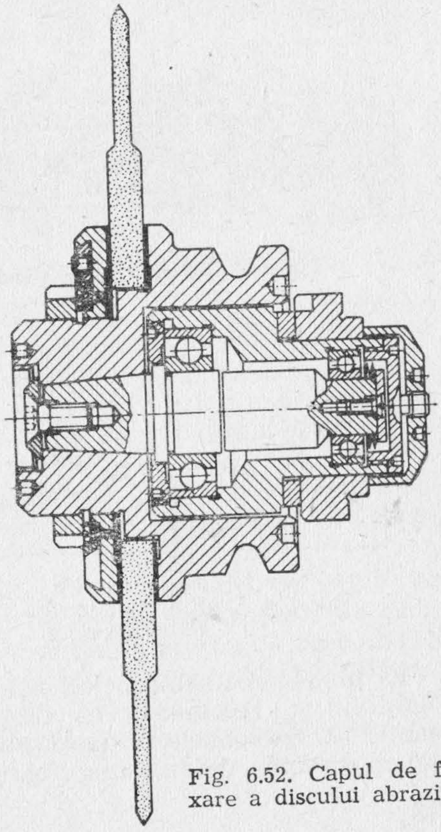


Fig. 6.52. Capul de fixare a discului abraziv.

profilelor de 200 mm. Pentru stabilirea raportului, nu întotdeauna se admit dimensiunile maxime, trebuie să se ia în considerare şi unghiul de înclinaţie (fig. 6.54), iar înălţimea profilului să fie mai mică decît palpatorul.

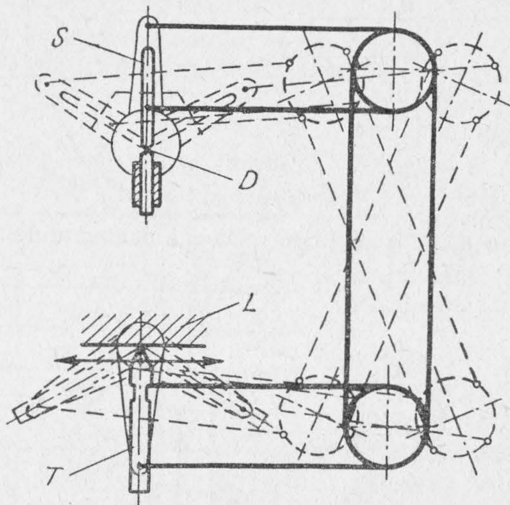


Fig. 6.53. Schema pentru îndreptarea discului abraziv.

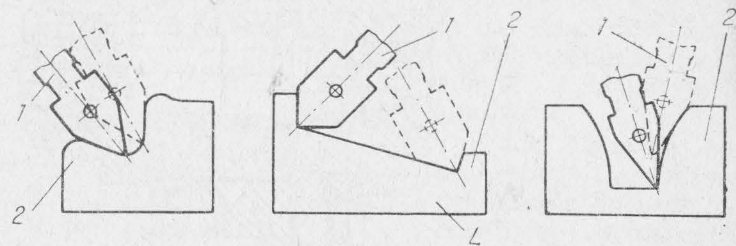


Fig. 6.54. Poziţia palpatorului în timpul lucrului: 1 — palpator; 2 — şablon.

La proiectarea şabloanelor în funcţie de raportul pantografului se recomandă ca desenele să se execute la scara 1 : 1. Şabloanele se execută din tablă de alamă sau oţel cu grosimea de 2—3 mm (fig. 6.55).

Conturul şablonului se va tăia cu un ferestrău panglică şi pe urmă se va ajusta prin pilire, sau se vor prelucra prin frezare pe o maşină de frezat prin copiere.

Precizia de execuţie a şabloanelor depinde de raportul care se ia pentru şablon şi de toleranţele piesei.

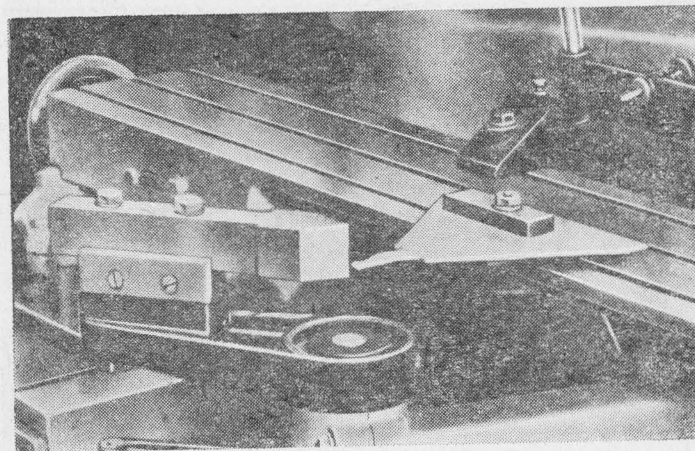


Fig. 6.55. Fixarea şablonului şi palpatorului.

Şabloanele se mai pot executa şi dintr-o substanţă pe bază de răşini epoxidice de tipul Araldit sau Fibrolit.

6.5.4. **Rectificarea matriţelor.** La executarea matriţelor după şablon trebuie ca raportul dintre dimensiunea piesei de rectificat şi diametrul discului abraziv să fie constant. Astfel, dacă matriţa este mai mare decît dimensiunea prescrisă, de exemplu cu 0,05 mm şi diametrul discului de rectificat trebuie să fie mai mare cu aceeaşi valoare.

La prelucrarea premergătoare operaţiei de rectificare, cum ar fi rabatarea sau frezarea suprafeţelor de îmbinare, indicatorul trebuie să fie în poziţia *I*. Dacă indicatorul nu va sta în poziţia 0 ci de exemplu cu 0,05 mm înaintea lui 0 (—), sau cu 0,05 mm peste 0 (+), atunci dimensiunile discului abraziv şi ale profilului şablonului vor varia cu aceleaşi valori.

La executarea matriţelor, se aplică frecvent metoda de rectificare conică unde, cu ajutorul unui dispozitiv auxiliar se pot rectifica segmenţi care formează partea activă, partea de ghidare şi portpoansonul, ce compun pachetul unei ştanţe (fig. 6.56).

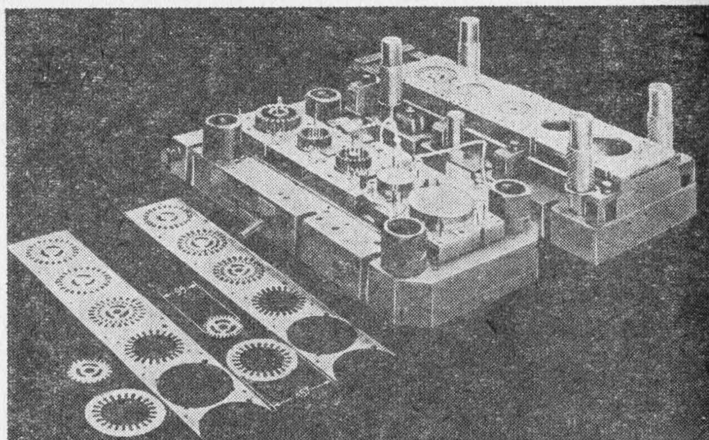


Fig. 6.56. Stanţă succesivă în cinci paşi.

Înainte de începerea operaţiei de rectificare, şablonul se va fixa pe dispozitivul de rectificat conic şi numai după aceea se va începe lucrul.

La fixarea pieselor pe dispozitivul de prindere se va avea în vedere ca, între placa activă şi placa de ghidare, să se intercaleze o riglă de circa 8 mm, pentru ca discul abraziv să poată ieşi afară.

Plăcile vor fi rectificate la dimensiunea dorită, după care se va poziţiona sania verticală la înălţimea respectivă.

Dacă toleranţa dintre poanson şi matriţă este, de exemplu, de 0,05 mm, atunci poziţionarea pietrei de rectificat se va face cu (—0,05 mm) pe indicator şi, în acest caz, discul abraziv va primi o rază cu 0,05 mm mai mare.

6.5.5. **Rectificarea cuţitelor.** a. Prelucrarea cuţitelor cu unghiul α şi γ pentru strunjire. Piesa se fixează pe suportul care se înclină cu unghiul α, iar şablonul trebuie

să fie înclinat cu unghiul φ în aşa fel încît proiecţia profilului normal p să dea profilul p_1 (fig. 6.57).

Profilul normal $p=R-r$ unde:

R este raza exterioară a părţii profilate;

r — raza interioară a părţii profilate.

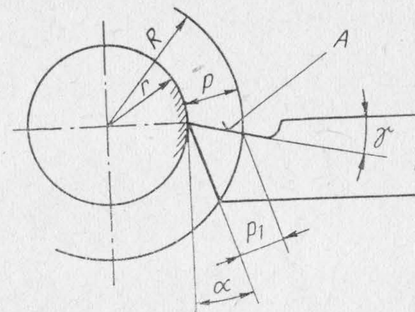


Fig. 6.57. Schema de prelucrare a cuţitelor cu unghiuri α şi γ.

Unghiul φ este în funcţie de unghiul α şi γ:

$$\cos \varphi=\frac{(R \cos \gamma'-r \cos \gamma) \cos (\alpha+\gamma)}{R-r},$$

unde:

$$\sin \gamma'=\frac{r}{R} \times \sin \gamma.$$

b. Prelucrarea cuţitelor rotunde. Acestea se rectifică cu discul abraziv care are centrul sub axa de simetrie a piesei, formîndu-se unghiul α. Suprafaţa de degajare AB, prin rotire, se află pe linia centrelor, formînd profilul normal.

Profilul de rectificare A_1B_1 e mai mic decît profilul normal AB.

Punctul de contact al pietrei cu piesa se găseşte pe axa care uneşte centrele O_1 şi O_2. Această axă formează cu dreapta A_1B_1 unghiul α_2, care nu corespunde unghiului α (fig. 6.58). Teoretic, această rectificare nu se poate

realiza. În cazul general se ajunge la o precizie destul de ridicată, dacă profilul normal se înclină sub un unghi β,

$$\beta=\frac{\alpha+\alpha_1}{2}$$

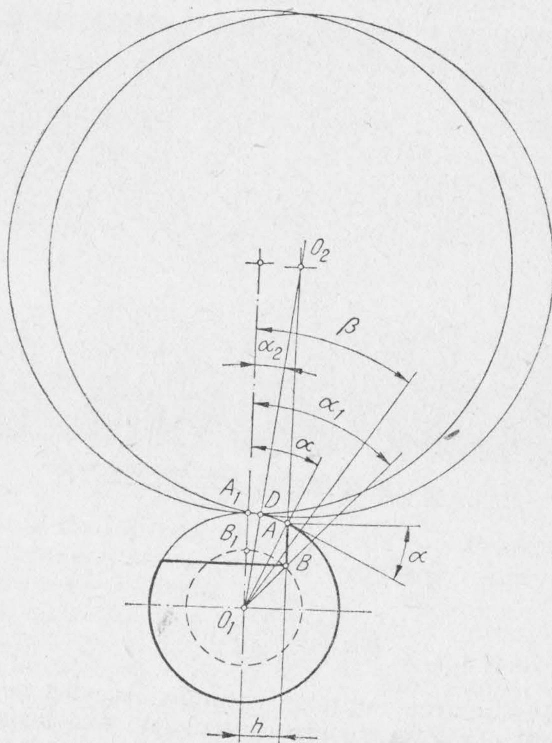


Fig. 6.58. Schema de prelucrare a cuţitelor rotunde.

6.6. APARATE OPTICE DE MĂSURĂ FOLOSITE LA RECTIFICARE

Aceste aparate se folosesc pentru măsurarea dimen-
unilor exterioare şi interioare, prin metoda comparării
u cale etalon sau prin metoda directă.

Dintre aparatele optice folosite pentru măsurări, cele mai importante sînt: microscopul de atelier, microscopul universal, proiectorul, optimetrul vertical şi plăcile de sticlă plan-paralele.

6.6.1. **Microscopul de atelier.** Este un aparat de măsurare optico-mecanic cu care se pot rezolva o mulţime de probleme tehnice de măsurări. Se foloseşte în special la măsurarea filetelor, a lungimilor, a unghiurilor şi profilurilor.

Microscopul de atelier (fig. 6.59) se compune dintr-un batiu solid, prevăzut cu şuruburi de calare şi o nivelă

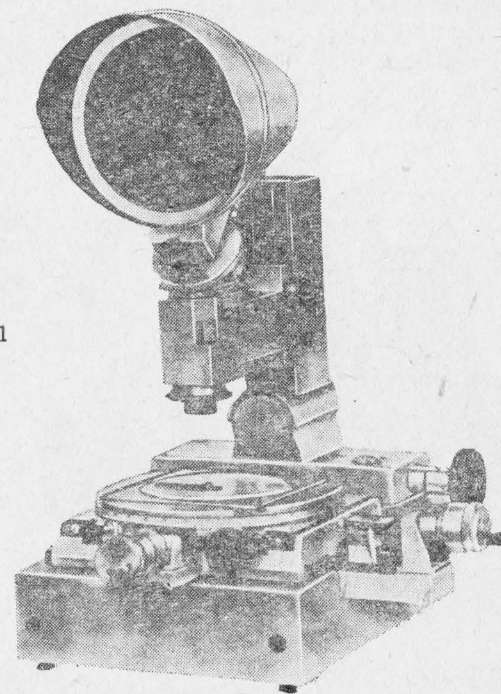


Fig. 6.59. Microscopul de atelier.

pentru aşezarea orizontală a aparatului. Pe batiu sînt montate măsuţele perpendiculare şi coloana care susţine microscopul propriu-zis. Măsuţa de măsurare este prevă-

zută cu o lamă de sticlă pe care se așază piesele de măsurat și prin care trec razele de lumină, provenite de la dispozitivul de iluminat.

Pe măsuță se poate așeza un dispozitiv cu ghidaje cu două vîrfuri, care servesc la prinderea pieselor de revoluție. Măsuțele pot fi deplasate longitudinal și transversal cu ajutorul șuruburilor micrometrice, deplasările citindu-se pe tambur. Cursa acestor șuruburi este de 25 mm; folosind cale plan — paralele, domeniul de măsurare

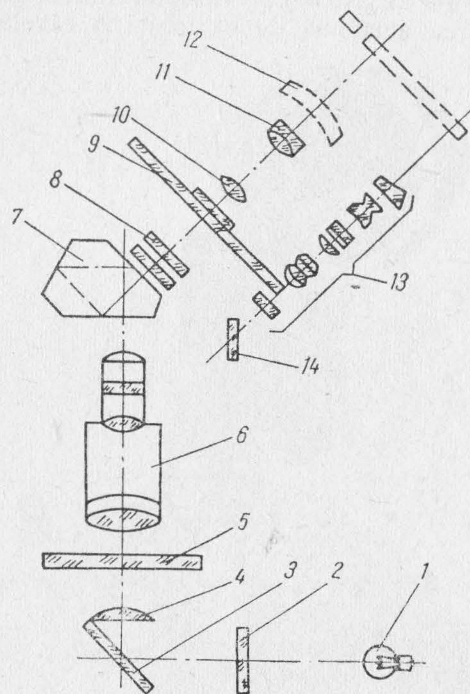


Fig. 6.60. Schema optică a microscopului de atelier.

poate fi mărit longitudinal pînă la 150 mm și transversal pînă la 75 mm. Măsuța se poate roti cu un șurub de la 0° la 360°.

Elementele de bază ale microscopului sînt obiectivul și ocularul (fig. 6.60).

Razele de lumină emise de sursa *1* (un bec electric de 60 W) trec printr-un filtru de culoare verzuie *2*, se reflectă în oglinda *3*, iar condensatorul *4* le concentrează asupra piesei de cercetat, așezată pe măsuța de sticlă *5* care, în acest fel, este luminată intens. De aici razele de lumină trec prin obiectivul *6*, prisma *7* și sticlele de protecție *8*, formînd imaginea reală și mărită a conturului piesei în planul focal al ocularului, unde se găsește reticolul de măsurare *9* al aparatului.

În continuare, datorită ocularului format din lentilele *10* și *11*, razele intră în ochiul operatorului și formează o imagine mult mărită a conturului piesei de măsurat.

Pentru a mări posibilitățile de măsurare, aparatul este dotat cu patru obiective avînd măririle 1; 1,5; 3 și 5; obținîndu-se pentru microscop următoarele măriri: 10, 15, 30 și respectiv 50 ×.

Capul ocular universal al microscopului (fig. 6.61) poate fi utilizat la diferite măsurări. El se compune din-

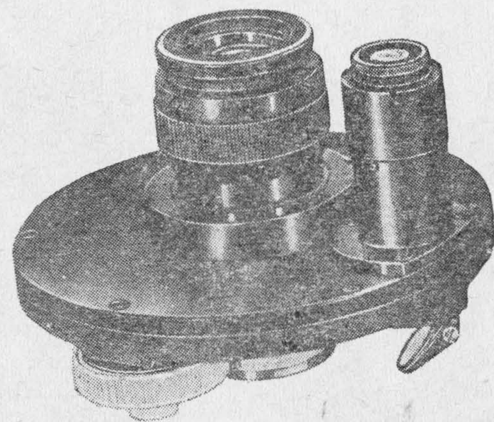


Fig. 6.61. Cap ocular normal.

tr-un disc rotund, în mijlocul căruia este montat ocularul propriu-zis. Montat excentric se află microscopul de citit unghiuri, o oglindă *14*, așezată sub microscopul de citit unghiuri, permite iluminarea reticulului gradat care se poate roti cu ajutorul unui șurub.

Pe reticul sînt trasate două fire reticulare centrale (fig. 6.62, *a*) așezate în cruce. Acestea sînt trasate cu fire întrerupte pentru a ușura suprapunerea pe marginea piesei de controlat.

Cînd microscopul de citit unghiuri este la zero, unul dintre cele două fire reticulare se găsește paralel cu pla-

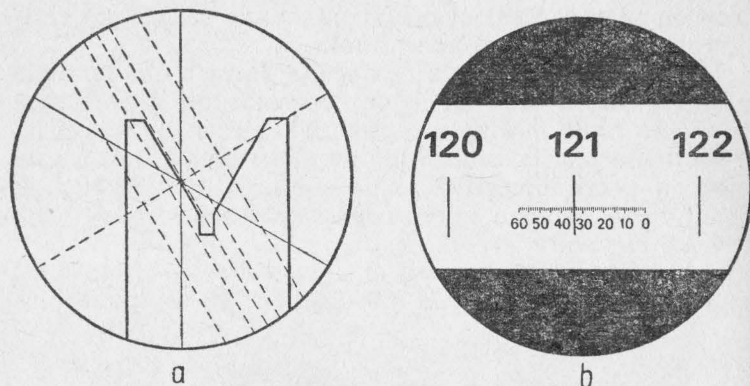


Fig. 6.62. Cap ocular normal:
a — fire reticulare așezate în cruce; *b* — scală circulară gradată în grade și minute.

nul de deplasare a saniei transversale, iar celălalt într-un plan paralel cu direcția de mișcare a saniei longitudinale.

Reticulul mai are două fire ajutătoare, cu linii întrerupte, dispuse simetric la o distanță de 0,3 respectiv 0,9 mm. De asemenea, are și fire reticulare cu linia continuă, înclinate la 60° față de reperul central.

Pe margine, reticulul are o scară circulară, gradată de la 0° la 360°, din grad în grad, care se vizează prin microscopul de citit unghiuri. Acest mic microscop are trasată o scară cu 60 de diviziuni, reprezentînd fiecare un minut. Citirea unghiurilor se face observînd diviziunea de grade, care apare în dreptul scării minutelor. De exemplu, în fig. 6.62, *b*, unghiul măsurat este de 121°34′.

La microscopul de atelier se pot folosi și alte capete oculare ca: ocular pentru măsurarea filetelor, ocular pentru măsurarea razelor etc.

6.6.2. Microscopul universal. Este un aparat cu care se pot măsura și stabili dimensiunile pieselor rectificate, cu precizia de ordinul micronilor (fig. 6.63).

Principiul de funcționare este identic cu cel al microscopului de atelier, deosebirea constînd în principiul de măsurare. Măsurarea se execută prin compensare cu ajutorul microscopului cu spirală.

Citirea se face în felul următor: în ocularul microscopului cu spirală se află o placă de sticlă gradată, fixă și o placă de sticlă gradată rotativă. Placa fixă poartă o scală gradată în zecimi de milimetru și indicatorul pentru citirea miimilor de milimetru, iar cea rotativă (fig. 6.64) poartă o scală trasată cu linii duble în 10 spirale și o scală circulară cu miimi de milimetri.

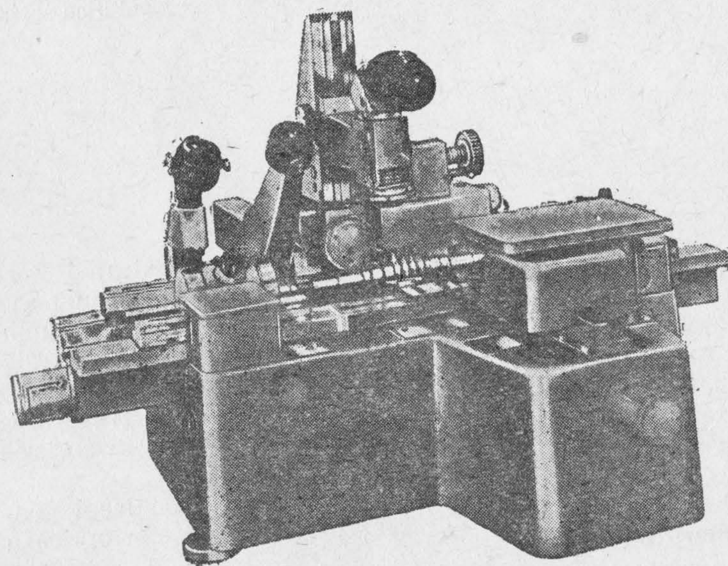


Fig. 6.63. Microscopul universal.

Prin deplasarea mesei microscopului după direcția x sau y, în ocularul microscopului cu spirală, se vede scara milimetrilor indicată prin linii verticale și cifre. Prin citirea plăcii gradate se cuprinde în cîmpul spiralei linia

de marcare pentru milimetri, ea fiind adusă simetric, între două linii duble ale spiralei (unde se află linia de marcare pentru milimetri), se citesc zecimile de milimetri. În dreptul indicatorului se citesc miimile de milimetru, (poziția din fig. 6.64 se citește 53,175 mm).

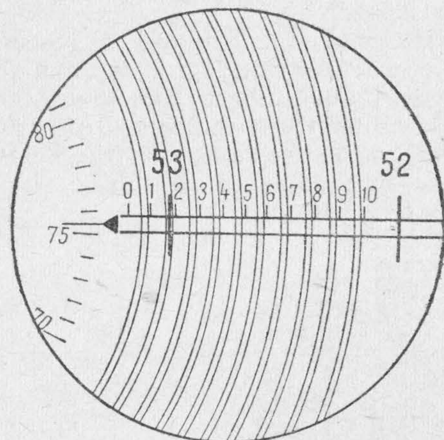


Fig. 6.64. Ocularul microscopului cu spirale.

Microscopul universal este un aparat robust, mai mare decît microscopul de atelier, avînd deplasările după axa x de la 0 la 200 mm, iar după axa y de la 0 la 100 mm. Ghidajele după care se deplasează mesele sînt cu role.

Pe lîngă ocularul universal, microscopul universal este dotat cu cap ocular revolver (fig. 6.65), pentru măsurarea razelor de cerc și cap ocular revolver pentru măsurarea filetelor (fig. 6.66).

Capul ocular revolver se compune din ocularul propriu-zis și corpul montat excentric față de axa optică a ocularului.

În interiorul ocularului se găsește un reticul cu profiluri de filet metric și withworth, respectiv, un reticul cu raze de la 0,1 pînă la 60 mm.

Prin rotirea reticulului pot fi aduse în cîmpul vizual al ocularului diverse profiluri care se compară cu piesa de verificat. Piesele plate, de măsurat, se așază pe masă,

fixîndu-se la nevoie, cu eclise. Piesele de revoluție se așază între vîrfurile montate pe doi cilindri ce glisează pe două prisme V. Pot fi măsurate piese cu diametru pînă la 150 mm.

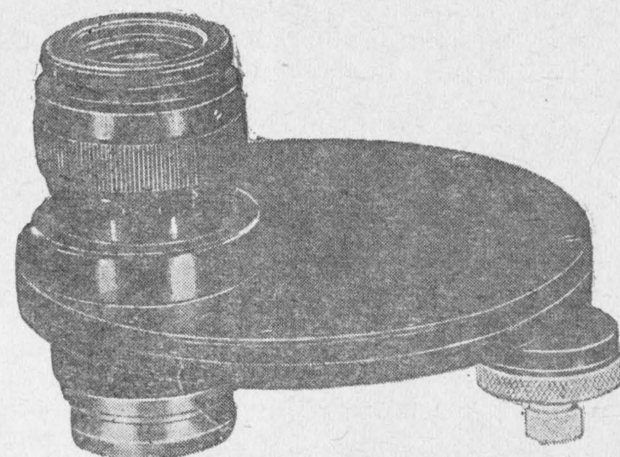


Fig. 6.65. Cap ocular revolver.

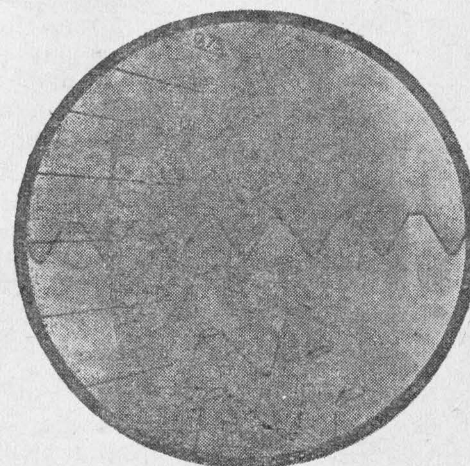


Fig. 6.66. Ocular pentru măsurarea filetelor.

În cazul măsurării unui profil cu rază, care nu este cuprins în reticulul din capul ocular revolver, acesta se poate măsura cu capul ocular universal, măsurînd coarda la o anumită distanță față de un punct de pe periferia cercului (v. probleme rezolvate cap. 4).

6.6.3. **Proiectorul de profiluri.** Este aparatul pentru proiecția profilurilor prin iluminare directă sau prin reflexie (fig. 6.67).

Cu el se pot verifica scule cu profiluri, calibre profil, șabloane, piese profilate, filete, roți dințate etc.

Verificarea se face prin măsurarea în coordonate a profilului.

Asemenea aparate au o productivitate mare și o precizie care merge pînă la 1 și 2 μm la o mărire de 10—200 × a profilului piesei de măsurat.

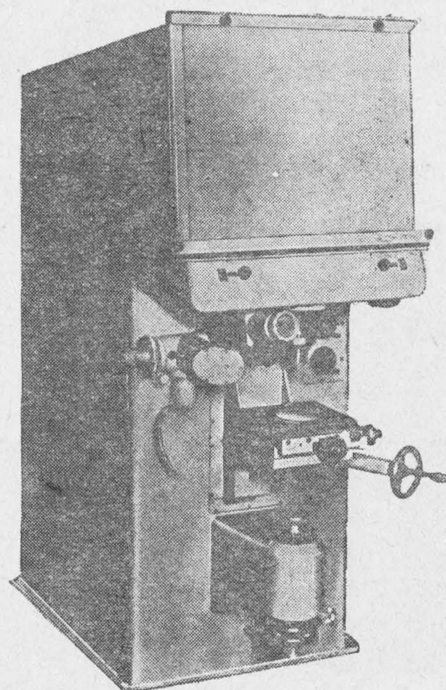


Fig. 6.67. Proiectorul de profiluri.

Proiectorul se compune dintr-un dispozitiv de proiecție, un obiectiv, o oglindă și un ecran.

Sursa de lumină, situată în dispozitivul de proiecție, produce un fascicul de raze care conturează profilul piesei așezate pe suportul proiectorului, trece prin obiectiv, ajunge la oglindă și deci la ecran, producînd o imagine întunecată a piesei, pe un fond luminos. Această imagine mărită se măsoară, masa în coordonate avînd lungimea de 200 mm iar lățimea de 50 mm.

Mărirea de la 10 la 200 × se realizează cu ajutorul unei garnituri de obiective.

6.6.4. **Plăci de sticlă plan-paralele.** Sînt aparate de măsurare prin metoda interferenței de lumină și se folosesc la verificarea rapidă a planității suprafețelor lepuite, ca de pildă, cale plan-paralele, tampoanele de măsurare ale micrometrelor, șublere, calibre potcoavă etc.

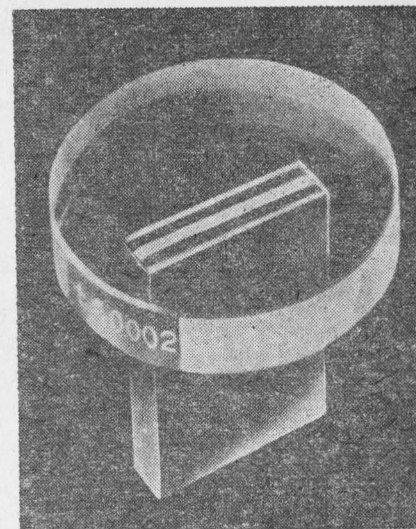


Fig. 6.68. Plăci de sticlă plan-paralele.

Placa de sticlă, de formă cilindrică, cu grosimea de 11—15 mm, ale cărei suprafețe sînt foarte bine șlefuite, avînd denivelări de maximum 0,2 μm, se aplică pe suprafața plană ce se controlează (fig. 6.68).

Dacă suprafața este perfect plană, liniile de interferență observate vor fi drepte (fig. 6.69, *a*). Dacă suprafața nu este dreaptă, liniile de interferență vor fi curbe. Dacă suprafața controlată este convexă, liniile de interferență vor avea forma unor arce de cerc așezate ca în fig. 6.69, *b*.

Dacă suprafața piesei este concavă, dungile vor avea forma de arce de cerc situate ca

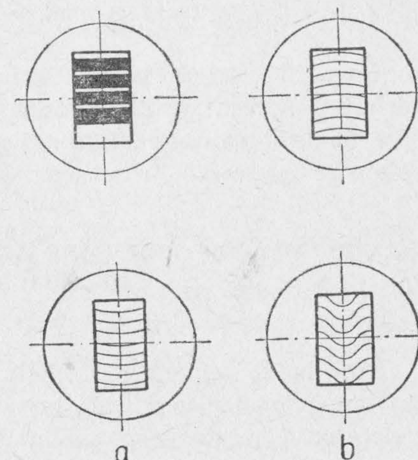


Fig. 6.69. Linii de interferență.

în fig. 6.68, c. Cînd suprafeţele au părţi concave şi convexe dungile vor avea forma unor linii curbe (fig. 6.69, d).

La lumina albă, de exemplu lumina zilei, distanţa între două linii de interferenţă învecinate, corespunde unei diferenţe de denivelare a suprafeţei de 0,3 μm.

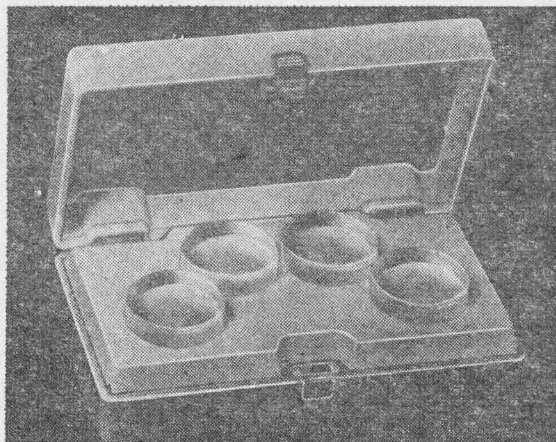


Fig. 6.70. Trusă cu plăci de sticlă plan-paralele.

La denivelări de peste 2 μm nu mai apar linii de interferenţă, ceea ce corespunde la şapte straturi succesive de linii de interferenţă. Lentilele de sticlă plan-paralele se păstrează în cutii de 4 bucăţi (fig. 6.70).

6.7. REGULI DE VERIFICARE A PRECIZIEI MAŞINILOR DE RECTIFICAT ÎN POZIŢIE DE REPAOS ŞI MIŞCARE

Înainte de punere în funcţiune, maşinile de rectificat sînt supuse unor verificări privind precizia de prelucrare a acestora. Acestea constau în verificări privind comportarea la mersul în gol şi în sarcină, fiind stabilite de STAS 1941-74; 1942-71; 2672-73.

Verificările asupra maşinilor de rectificat constau din controlul dimensiunilor, al poziţiei şi ale deplasărilor relative a diferitelor organe principale în stare de repaos; verificarea preciziei geometrice a maşinilor care se referă la: planitate, bătaie, perpendicularitate, paralelism, coaxialitate, rectilinitate etc.

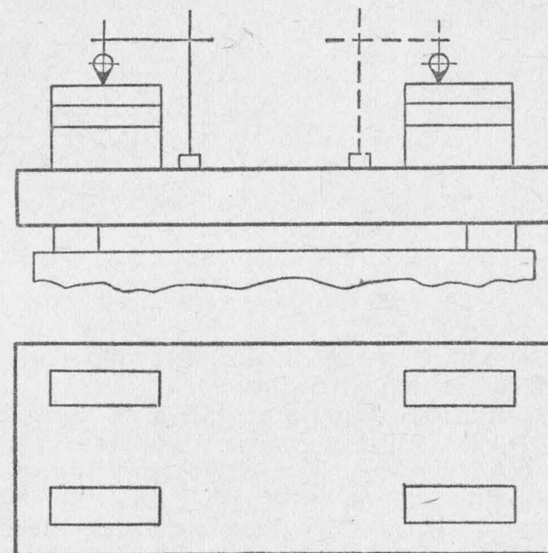


Fig. 6.71. Verificarea planităţii suprafeţei.

6.7.1. **Verificarea planităţii.** Pentru verificarea planităţii se folosesc plăcile de control, riglele de verificare (fig. 6.71), nivelele şi aparatele optice.

Pe suprafaţa de lucru a mesei se aşază direct, sau folosindu-se două cale plan-paralele de înălţimi egale, o riglă de verificare, calibre de interstiţii sau nivelă de precizie. Verificarea se face cu masa neblocată la jumătatea cursei. Calele, împreună cu rigla, se deplasează în direcţii diferite pe suprafaţa mesei, măsurîndu-se interstiţiile dintre riglă şi masă. Abaterea admisă este de 0,02 mm/1 000 mm.

6.7.2. **Verificarea rectilinității.** Pentru verificarea rectilinității ghidajelor batiului, într-un plan orizontal, se fixează aparatul de verificat pe organul mobil, în așa fel încît palpatorul acestuia să alunece de-a lungul riglei așezate paralel cu ghidajele (fig. 6.72). Aparatele folosite la verificare sînt: comparatorul cu cadran, rigla de verificare sau microscopul, rigla cuțit. Abaterea admisă este de 0,002/1 000 mm.

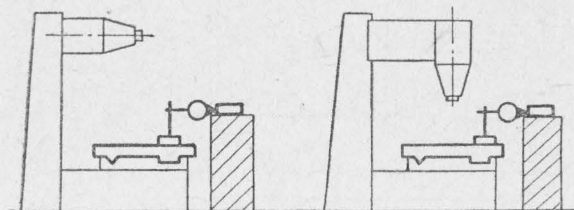


Fig. 6.72. Verificarea rectilinității.

Rectilinitatea și perpendicularitatea deplasării păpușii portpiatră față de axa vîrfurilor.

Pentru verificare păpușa portpiesă se așază în poziția 0, iar între vîrfurile celor două păpuși se fixează un dorn cilindric cu flanșă. Pe capul de rectificat se fixează comparatorul cu cadran în așa fel încît palpatorul să atingă perpendicular flanșa (fig. 6.73). Abaterea admisă este de 0,006 ... 0,02 mm.

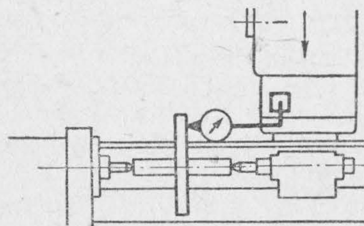


Fig. 6.73. Verificarea rectilinității și perpendicularității.

6.7.3. **Verificarea paralelismului.** a. Paralelismul dintre axa arborelui principal și suprafața de lucru a mesei. Comparatorul cu cadran se fixează pe arborele principal, iar pe masa mașinii se fixează un echer, aflat în poziția centrală. Palpatorul se atinge de suprafața echerului în poziția de jos. Se rotește arborele principal cu comparatorul în poziția de sus, citindu-se pe cadran abaterea de

la paralelism (fig. 6.74). Abaterea admisă este de 25 μm/300 mm.

b. Paralelismul dintre axa alezajului arborelui păpușii portpiesă și direcția de deplasare longitudinală a mesei mașinii de rectificat exterior se face:

— în plan vertical;

— în plan orizontal.

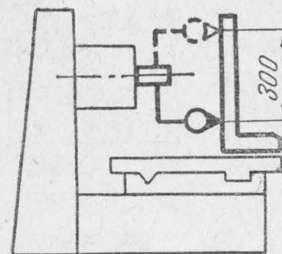


Fig. 6.74. Verificarea paralelismului.

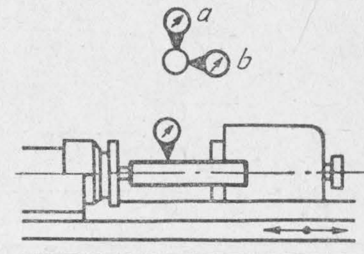


Fig. 6.75. Verificarea paralelismului:
a — în plan vertical; *b* — în plan orizontal.

Dornurile de verificare se introduc în alezajul arborelui principal. Comparatorul cu cadran se așază pe masa mașinii în așa fel ca palpatorul să atingă generatoarele din plan vertical și din plan orizontal (fig. 6.75). Abaterea permisă în planul vertical este de 0,008 ... 0,012 mm, iar în plan orizontal este de 0,004 ... 0,006 mm.

c. Paralelismul dintre axa arborelui portpiatră de rectificat frontal și direcția de deplasare longitudinală a mesei (în cazul capului portpiatră mobil) sau ghidajele batiului (în cazul păpușii portpiesă fixă) la mașina de rectificat interior se verifică:

— în plan orizontal;

— în plan vertical.

Dornul cilindric de control se fixează în locașul arborelui portpiatră. Comparatorul cu cadran este fixat pe capul portpiesă în cazul cînd acesta este mobil și pe laturi în cazul cînd capul portpiesă este fix. Palpatorul va atinge perpendicular generatoarea cilindrului în cele

două poziţii *a* şi *b* (fig. 6.76). Abaterea admisă pentru *a* şi *b* este de 0,005 ... 0,01 mm.

6.7.4. **Verificarea perpendicularităţii.** a. Perpendicularitatea dintre axa arborelui principal şi suprafaţa de lucru a mesei (fig. 6.77). Comparatorul se fixează pe arborele capului vertical, iar palpatorul va atinge suprafaţa

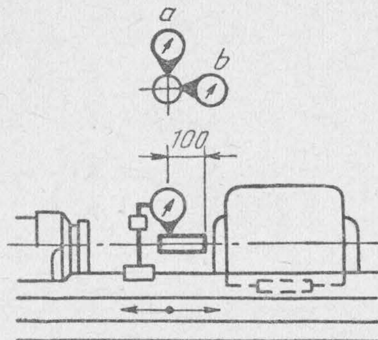


Fig. 6.76. Verificarea paralelismului:
a — în plan vertical; *b* — în plan orizontal.

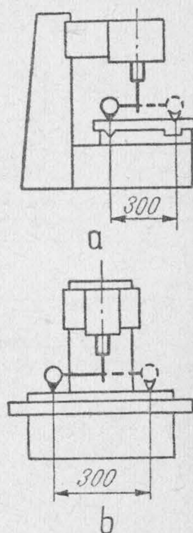


Fig. 6.77. Verificarea perpendicularităţii:
a — în plan transversal; *b* — în plan longitudinal.

mesei la una din extremităţile ei. Se roteşte arborele capului vertical în cealaltă extremitate a maşinii citindu-se abaterea pe cadran. Abaterea admisă este de 0,01 mm/300 mm.

b. Perpendicularitatea deplasării transversale a capului de rectificat faţă de axa arborelui portpiesă.

Dornul de control se fixează în alezajul arborelui principal al capului portpiesă. Comparatorul cu cadran se fixează pe arborele portpiatră, iar palpatorul atinge perpendicular suprafaţa echerului de control, care este aşezat cu talpa pe generatoarea dornului. Măsurarea se face prin deplasarea transversală a capului de rectificat (fig. 6.78). Abaterea admisă este de la 0,003 mm/300 mm la 0,005 mm/30 mm pentru $\alpha \geqslant 90°$.

6.7.5. **Verificarea bătăii.** a. Bătaia axială. Prin bătaia axială se înţelege amplitudinea mişcărilor alternative de dute-vino în direcţia axială a unui organ rotativ în timpul rotirii acestuia, după eliminarea jocurilor axiale, de exemplu prin aplicarea unei forţe axiale *F* într-un sens dat.

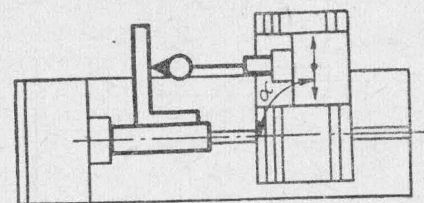


Fig. 6.78. Verificarea perpendicularităţii.

Bătaia axială a arborelui principal. Se verifică cu ajutorul unui comparator cu cadran şi cu ajutorul unei bile de oţel care se introduce în gaura de centrare şi vine în contact cu palpatorul cu vîrf plat. Arborele se află sub acţiunea unui dinamometru care imprimă asupra lui o forţă axială *F* admisă de constructor (fig. 6.79). Abaterea admisă este de 0,005 mm.

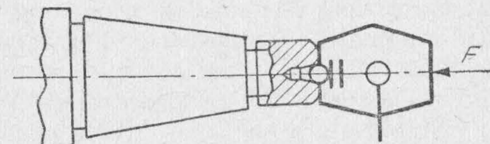


Fig. 6.79. Verificarea bătăii axiale.

b. Bătaia radială a alezajului conic al arborelui portpiesă:

— în apropierea capătului arborelui;

— la distanţa *d*/2 (minim 100 ... max 300 mm) de punctul *a*.

Verificarea se face cu un dorn cilindric de control, care se introduce în alezajul arborelui principal al pă-

puşii portpiesă, comparatorul se aşază pe masa maşinii în aşa fel ca palpatorul să atingă perpendicular generatoarea dornului făcîndu-se măsurările în cele două puncte

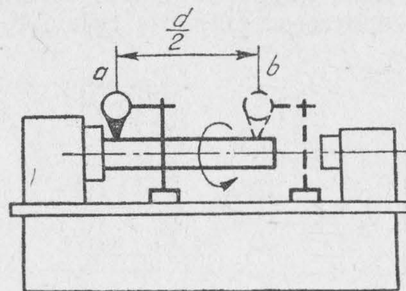


Fig. 6.80. Verificarea bătăii radiale.

a şi *b* prin rotirea dornului (fig. 6.80). Abaterea admisă pentru *a* este de 0,004 ... 0,006 mm, iar pentru *b* este de 0,006 ... 0,01 mm.

6.8. REGULI PENTRU EVITAREA VIBRAŢIILOR (TREPIDAŢIILOR) LA MAŞINILE DE RECTIFICAT

În timpul prelucrării de rectificare, pe lîngă mişcările date de lanţul cinematic — mişcări care în mod obişnuit sînt liniştite, apar şi unele mişcări suplimentare, nedorite, care provoacă perturbări în procesul de rectificare, precum şi o instabilitate a acestuia. Aceste mişcări suplimentare numite vibraţii şi trepidaţii sînt o consecinţă a sarcinilor dinamice şi depind de caracteristicile maşinii-unelte, a pietrelor de rectificat, de fundaţia maşinii etc.

După caracterul lor, vibraţiile şi trepidaţiile pot fi: vibraţii şi trepidaţii proprii, de durată relativ scurtă, care apar datorită caracteristicilor elastice şi a capacităţilor de amortizare ale elementelor maşinilor de rectificat care se amortizează destul de repede, şi vibraţii de durată sau întreţinute, care se produc sub acţiunea unor forţe ce acţionează periodic.

6.8.1. **Cauzele care produc vibraţii.** Acestea sînt:
— discul abraziv nu este echilibrat;
— discul abraziv nu este centrat corect;
— lagărele maşinii sînt uzate;
— discul abraziv nu este îndreptat;
— ventilatorul maşinii nu este echilibrat.

Consecinţele acestor cauze sînt:
— suprafeţele rectificate necorespunzătoare;
— discul abraziv ciupeşte din piesă;
— suprafaţa rectificată este ondulată.

6.8.2. **Cauzele care produc trepidaţii.** Acestea sînt:
— fixarea pe fundaţie necorespunzătoare;
— lagărele maşinii sînt ovale (uzate);
— maşina este montată prea aproape de o sursă care produce trepidaţii (prese cu excentric, ciocan de forjat, seping etc.).

6.8.3. **Măsuri pentru evitarea vibraţiilor.** Printre măsurile constructive ce se impun, în primul rînd, trebuie să se asigure rigiditatea axului principal împreună cu lagărele sale. Se vor reduce la minimum jocurile din lagăre, sau în cazul arborilor cu diametru mic se vor folosi diverse amortizoare şi vibraţii.

Pentru înlăturarea şocurilor periodice ce ar putea deveni cauza unor vibraţii, trebuie să se echilibreze dinamic părţile în mişcare rapidă.

Din cauză că la procesul de prelucrare prin rectificare, nu coincide traiectoria muchiilor tăietoare cu cele de la prelucrarea precedentă, la exprimarea grosimii aşchiilor se va ţine seama de acest lucru, prin introducerea unui coeficient, prin care se exprimă gradul de suprapunere μ, ce are valoarea $0<\mu<1$.

Limitele deformaţiilor maxime admise în cazul încovoierii axelor diferă de la caz la caz şi se prescriu pentru fiecare tip de maşină în funcţie de condiţiile de lucru. În general, săgeata maximă admisibilă la încovoierea arborelui este $f=0,0002\,L$, în care L reprezintă lungimea arborelui cuprins între două lagăre.

Unghiul de înclinare, pe care-l face fusul în lagăre, trebuie să fie mai mic de 0,001 radiani, în scopul repartizării uniforme a presiunii specifice pe suprafaţa de contact.

Unghiul de răsucire Q, exprimat în grade pe unitatea de lungime de arbore, se ia în funcţie de condiţiile de lucru ale maşinii, iar valoarea lui nu trebuie să depăşească 1/4° pe un metru lungime.

6.9. ÎNTREŢINEREA ŞI EXPLOATAREA MAŞINILOR DE RECTIFICAT

Durata în exploatare a maşinilor de rectificat şi calitatea lucrărilor efectuate cu aceste maşini, depind, în mare măsură, de asigurarea unei întreţineri şi a unei exploatări raţionale a acestora.

Totalitatea măsurilor luate în acest scop au ca urmare o altă consecinţă — folosirea integrală a capacităţii de lucru a maşinilor în condiţiile unei productivităţi maxime. Toţi aceşti factori contribuie nemijlocit la creşterea substanţială a productivităţii muncii, sarcină importantă în atenţia muncitorilor.

6.9.1. **Reguli de întreţinere şi folosire.** Pentru asigurarea unei bune întreţineri a maşinilor de rectificat, vor trebui respectate o serie de reguli de ordin general:

— cunoaşterea perfectă a construcţiei, funcţionării şi manevrării maşinilor de rectificat;

— se va controla dacă s-a făcut ungerea organelor în mişcare şi existenţa lichidului de aşchiere;

— cuplarea electromotoarelor de acţionare se va face numai după o verificare manuală a mecanismelor;

— în cazul constatării unor defecţiuni funcţionale a maşinilor de rectificat, acestea trebuie oprite şi anunţat maistrul de schimb.

Pentru păstrarea în bune condiţiuni a platourilor electromagnetice de fixare a pieselor, trebuie să avem în vedere următoarele:

— nu se vor depozita piese sau scule pe ele;

— praful abraziv provenit din rectificare se va îndepărta după fiecare piesă prelucrată;

— aşezarea pieselor şi dispozitivelor pe platoul electromagnetic se va face cu grijă, fără a produce zgîrierea acestuia;

— la terminarea lucrului se va opri lichidul de aşchiere;

— la părăsirea locului de muncă, prima grijă a muncitorului trebuie să fie oprirea electromotoarelor.

Personalul indicat cu întreţinerea maşinilor va avea în vedere următoarele:

— revizia de serviciu zilnică;

— reviziile şi reparaţiile periodice ale maşinilor;

— verificarea periodică a preciziei maşinilor.

6.10. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ

Organizarea locului de muncă, adică a spaţiului în care muncitorul îşi desfăşoară activitatea sa, influenţează într-o foarte mare măsură creşterea productivităţii muncii.

Pentru aceasta se impun următoarele măsuri:

— stabilirea unui anumit loc pentru fiecare obiect în parte, astfel încît, atunci cînd acesta este necesar în procesul de lucru, procurarea lui să nu constituie o frînare a activităţii;

— sculele şi dispozitivele se vor aşeza în imediata apropiere, şi anume în ordinea frecvenţei folosirii lor;

— pentru păstrarea sculelor şi accesorilor se vor folosi dulapuri de scule compartimentate, în scopul aşezării raţionale a acestora;

— după întrebuinţare, orice obiect se va curăţa şi apoi se va depune la locul său.

6.11. REGULI DE PROTECŢIA MUNCII LA MAŞINILE DE RECTIFICAT

Protecţia muncii face parte integrantă din procesul de producţie şi trebuie să se desfăşoare concomitent cu acesta.

Legislaţia protecţiei muncii stabileşte obligaţii precise pentru conducătorii proceselor de producţie cu privire la asigurarea celor mai bune condiţii de muncă.

În desfășurarea procesului de producție la mașinile de rectificat se pot produce diferite accidente dintre care se citează:

— accidente mecanice;
— accidente termice;
— accidente electrice.

Pentru a nu se produce accidente, mașinile de rectificat trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să fie prevăzute cu instalație de absorbție;
— să aibă apărătoare de protecție care să acopere discul abraziv mai mult de jumătate;
— să aibă paravane pentru reținerea pieselor în caz de desprindere de pe masa electromagnetică;
— la mașinile de rectificat plan cu platou electromagnetic și avans mecanic, cuplarea avansului trebuie să se facă numai după conectarea platoului electromagnetic. Poziția de conectare trebuie să fie semnalizată de o lampă de semnalizare;
— mesele mașinilor cu platou electromagnetic trebuie să fie prevăzute cu un dispozitiv de blocare, care să oprească mișcarea mesei în momentul întreruperii curentului electric de alimentare;
— mașinile de rectificat rotund trebuie să fie prevăzute cu lunete pentru rectificarea pieselor lungi și subțiri;
— carcasele de protecție ale mașinilor de rectificat trebuie să protejeze pe muncitor împotriva așchiilor, prafului, precum și a stropirii cu lichid de răcire și ungere;
— carcasele de protecție trebuie să rețină bucățile discului abraziv în caz de spargere;
— discurile abrazive se vor feri de lovituri și trepidații;
— înainte de utilizarea discului abraziv cu diametrul mai mare de 150 mm, aceasta se va supune încercării rezistenței la rotire;
— înaintea montării discului abraziv pe arborele mașinii, se va efectua echilibrarea statică a acestuia;
— fixarea discului abraziv trebuie astfel executată încît să asigure o centrare perfectă a acesteia în raport cu axa de rotire;

— dispozitivele de prindere a discului abraziv (flanșe, mandrine etc.) vor fi executate numai din oțel;
— după fiecare schimbare de pe arbore, discul abraziv va fi din nou echilibrat;
— curățirea discurilor abrazive de murdărie se va face cu peria sau cu aspiratorul;
— discurile abrazive nu au voie să fie strînse direct pe flanșa de oțel. De ambele părți a discului abraziv se vor monta garnituri din carton;
— se interzice transportul discurilor abrazive prin rostogolire;
— se interzice transportul discurilor abrazive împreună cu alte obiecte dure;
— flanșele cu butuc trebuie să fie prevăzute cu greutăți pentru echilibrare;
— la utilizarea sculelor abrazive mici, cu tije, acestea vor fi astfel fixate încît lungimea liberă a cozii să nu depășească pentru turația respectivă, pe cea indicată de producător;
— sculele abrazive — oale cilindrice și conice, precum și segmenții pentru rectificare plană trebuie să fie protejate cu carcase de protecție adecvate;
— sculele abrazive care se utilizează (atît pe frontal cît și pe lateral) trebuie să aibă o grosime egală cu cel puțin 1/10 din diametrul exterior;
— se interzice utilizarea discurilor abrazive care nu pot fi identificate (în ceea ce privește compoziția lor precum și viteza periferică maximă admisă);
— se interzice montarea discurilor abrazive cu mai multe garnituri suprapuse.

6.12. PROBLEME REZOLVATE

6.12.1. Să se regleze mașina de rectificat filet Mikron pentru rectificarea unui calibru de filet $M16$ cu pasul 2 mm, dreapta.

Rezolvare: calculul roților de schimb

$$\frac{a}{b}\,\frac{c}{d}=\frac{p}{p_L}\times\frac{5}{2}=\frac{2}{6}\,\frac{5}{2}=\frac{30}{90}\times\frac{65}{26},$$

unde:

p este pasul filetului de rectificat;
p_L — pasul șurubului conducător.

Se montează roțile dințate pe leră. Raportul $\frac{5}{2}$ corespunde treptei inferioare a pasului 0,25 ... 6 mm și maneta 9 (fig. 6.3) se cuplează spre dreapta.

Cînd filetul este stînga, se include o roată dințată între roțile a și b indiferent de numărul de dinți, iar pe tabloul de comandă electrică se schimbă întrerupătoarele pe sensul respectiv.

Calculul unghiului elicei filetului γ:

$$\operatorname{tg}\gamma=\frac{D_m\cdot 3{,}14}{p}=\frac{14{,}701\cdot 3{,}14}{2}=23{,}08057;\quad \gamma=87°31'8''$$

unde:

D_m este diametrul mediu a filetului;
p — pasul filetului.

Se înclină capul de rectificat la unghiul complimentar $\gamma_1=2°28'52''$, care rezultă din:

$$\gamma_1=90°-\gamma=90°-87°31'8''=$$
$$=89°59'60''-87°31'8''=2°28'52''.$$

6.12.2. Să se rectifice tarodul cu 3 canale cu pasul $\frac{1}{2}$ țoli și să se regleze mașina pentru rectificarea filetului.

Rezolvare. Se reglează diamantele de pe dispozitivul de profilare a discului abraziv la 55°.

Calculul roților de schimb:

$$\frac{a}{b}\times\frac{c}{d}=\frac{p}{p_L}\times\frac{5}{2}\times 1''=\frac{p}{p_L}\times\frac{5}{2}\times\frac{25{,}4}{2};$$

$1''=25{,}4$ mm, se poate înlocui cu următoarele rapoarte:

$$25{,}4=\frac{18\times 24}{17};\quad 25{,}4=\frac{40}{7}\times\frac{40}{9};\quad 25{,}4=\frac{11\times 30}{13}$$

$$\frac{a}{b}\times\frac{c}{d}=\frac{1}{2}\times 25{,}4\times\frac{5}{2}=\frac{1}{2}\times\frac{40}{7}\quad\frac{40}{9}\times\frac{5}{2}=\frac{40}{9}\times\frac{200}{28}=$$
$$=\frac{40}{9}\times\frac{100}{14}=\frac{40}{7}\times\frac{100}{18}=\frac{120}{18}\times\frac{100}{21}.$$

Calculul unghiului elicei filetului γ:

$$\operatorname{tg}\gamma=\frac{D_m\cdot 3{,}14}{p}=\frac{11{,}344\cdot 3{,}14}{2{,}117}=16{,}8257;\quad \gamma=86°35'4''$$
$$\gamma_1=90°-86°35'4''=3°24'56''.$$

Calculul roților de schimb pentru numărul de canale. Tarodul are trei canale drepte. Roțile dințate se calculează cu relația:

$$\frac{e}{f}\times\frac{g}{h}\times\frac{i}{k}=\frac{n}{9}=\frac{3}{9}=\frac{1}{3}=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{1{,}5}\cdot\frac{1}{1};$$

$$\frac{e}{f}\times\frac{g}{h}\times\frac{1}{k}=\frac{25}{50}\times\frac{30}{45}\times\frac{60}{60}.$$

6.12.3. Să se rectifice freza melc modul $m=2$ mm cu 12 dinți, diametrul exterior $d=40$ mm.

Rezolvare: maneta se fixează pe treapta superioară (stînga), pasul fiind mai mare de 6 mm; $p=m\cdot\pi=2\cdot 3{,}14=$ $=6{,}28$ mm.

Calculul roților de schimb.

$$\frac{a}{b}\times\frac{c}{d}=\frac{p\times 5}{p_L\times 13}=\frac{2\times\pi}{6}\times\frac{5}{13}=\frac{\pi}{3}\times\frac{5}{13}.$$

Valoarea π se înlocuiește cu raportul $\pi=\frac{13}{4}\times\frac{29}{30}$ și se obține:

$$\frac{a}{b}\times\frac{c}{d}=\frac{\frac{13}{4}\times\frac{29}{30}}{3}\times\frac{5}{13}=\frac{13}{4}\times\frac{29}{30}\times\frac{1}{3}\times\frac{5}{13}=\frac{29}{30}\times\frac{5}{12}=\frac{29}{30}\times\frac{35}{84}.$$

Canalele fiind înclinate, adică formează o elice perpendiculară pe elicea filetului, este necesar includerea unor roți dințate în ansamblul roților pentru detalonare cu ajutorul cărora se produce o deplasare după o elice, și începutul detalonării se face corect la fiecare dinte.

Unghiul elicei filetului:

$$\operatorname{tg}\gamma=\frac{\pi}{\pi\times d}=\frac{\pi\times m}{\pi\times d}=\frac{m}{d}=\frac{2}{40}=0{,}05.$$

Pasul elicei canalului p_s:

$$p_s=\frac{\pi\times d}{\operatorname{tg}\gamma}=\frac{3{,}14\cdot 40}{0{,}05}=2\,512\text{ mm}.$$

Roţile de schimb pentru detalonare:

$$\frac{e\times g\times i}{f\times h\times k}\times\frac{n\ p_s}{9\,(p_s-p)};\quad \frac{e}{f}=\frac{n}{9}=\frac{12}{9}=\frac{60}{45};$$

$$\frac{h}{g}\times\frac{k}{i}=\frac{p_s-p}{p_s}=\frac{2\,512-6{,}28}{2\,512}=0{,}9975.$$

Din cartea cu rapoarte se aleg roţile:

$$\frac{h}{g}\times\frac{k}{i}=\frac{35}{40}\times\frac{57}{50}\quad \text{deci:}\quad \frac{e}{f}\times\frac{g}{h}\times\frac{i}{k}=\frac{60}{45}\times\frac{40}{35}\times\frac{50}{57}.$$

6.12.4. Să se rectifice în coordonate rectangulare cele trei găuri la piesa din fig. 6.81. Să se determine centrul găurilor cu diametrul de 8 mm.

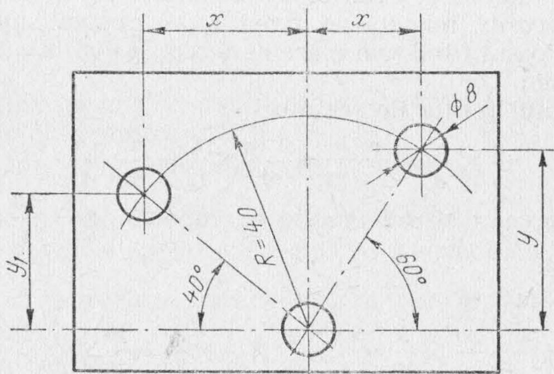


Fig. 6.81. Rectificarea în coordonate rectangulare.

Rezolvare: cunoscînd coordonatele polare, pentru a se calcula în coordonate rectangulare se folosesc relaţiile:

$x=R\times\cos\alpha;$

$y=R\times\sin\alpha;$

$x=40\times\cos 60°=40\times 0{,}5=20$ mm;

$y=40\times\sin 60°=40\times 0{,}86603=34{,}641$ mm;

$x_1=40\times\cos 40°=40\times 0{,}766=30{,}640$ mm;

$y_1=40\times\sin 40°=40\times 0{,}642=25{,}680$ mm.

6.12.5. Să se rectifice în coordonate polare cele patru găuri la piesa din fig. 6.82, şi să se determine centrul găurilor cunoscînd diametrul lor de 10 mm.

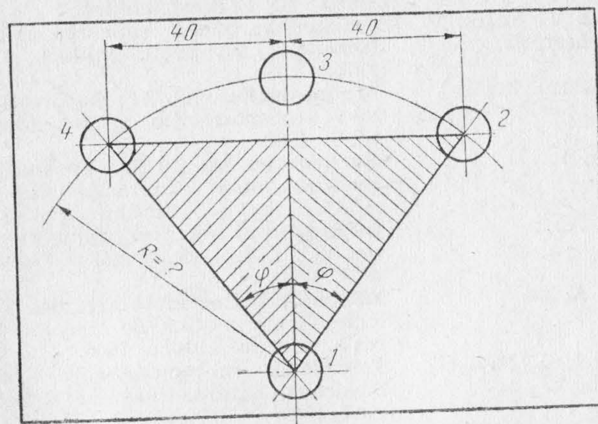


Fig. 6.82. Rectificarea în coordonate polare.

Rezolvare: cunoscînd coordonatele rectangulare pentru a le transforma în coordonate polare, folosim relaţiile:

$$\text{tg}\ \varphi=\frac{x}{y};$$

$$R=\sqrt{x^2+y^2};$$

$$\text{tg}\ \varphi=\frac{40}{50}=\frac{4}{5}=0{,}8.$$

Din tabele se alege valoarea unghiului:

$$\varphi=38°40'.$$

Mărimea razei pe care se află dispuse centrele găurilor 2, 3 şi 4 faţă de centrul găurii 1 va fi:

$$R=\sqrt{40^2+50^2}=\sqrt{1\,600+2\,500}=\sqrt{4\,100}=63{,}24\ \text{mm}.$$

I-II-4660

BIBLIOGRAFIE

1. Botez, E. **Acționarea hidraulică a mașinilor-unelte.** București, Editura tehnică.
2. Buzatu, V., Casiîn, V. și Gerbert, Fr. **Îndrumător pentru ridicarea calificării frezorilor.** București, Editura tehnică, 1975.
3. Diaconescu, I. ş.a. **Mașini-unelte,** vol. II. București, Editura transporturilor și telecomunicațiilor, 1962.
4. Hambr, F. **Rectificarea profilurilor pe mașini de rectificat plan.** (Traducere din limba cehă.) București, Editura tehnică, 1963.
5. Iancu, A. **Îndrumătorul rectificatorului de precizie.** Vol. I și II. București, Editura tehnică, 1968.
6. Nanu, A. ş.a. **Manualul inginerului mecanic.** Tehnologia Construcțiilor de mașini. București, Editura tehnică, 1966.
7. Popovici, C., Savi, G., Kilman, V. **Tehnologia construcțiilor de mașini.** București, Editura didactică și pedagogică, 1967.
8. Vaida, A., Ailenei, M. Botez, E., Albu, A., Dodon, E. **Mașini-unelte.** București, Editura didactică și pedagogică, 1970.

Control științific:
Prof. dr. ing. **GHEORGHE PETRICEANU**
Redactor: Ing. **NICOLAE VOICU**
Tehnoredactor: **VALERIU MORĂRESCU**
Coperta: **THEODOR BOGOI**

Bun de tipar: 10.04.1978. Coli de tipar: 15,5.
Tiraj: 20 400+65 exemplare broșate.
C.Z. 621.921.924.

Tiparul executat sub comanda nr. 29,
la Întreprinderea Poligrafică „Crișana"
Oradea, str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România

